

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje

DIPLOMSKI RAD

Boris Marčić

Zagreb, 2010.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet strojarstva i brodogradnje

DIPLOMSKI RAD

Voditelj rada:

Prof.dr.sc. Zoran Lulić

Boris Marčić

Zagreb, 2010.

Izjava

Izjavljujem pod punom materijalnom i moralnom odgovornošću da sam diplomski rad izradio samostalno, isključivo znanjem stečenim na Fakultetu strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, uz pomoć mentora dr.sc. Zoran Lulić, kojemu se ovim putem iskreno zahvaljujem, te literaturom navedenom u popisu referenci. Također se zahvaljujem i tvrtkama navedenim u referenci na ustupljenim podacima.

U Zagrebu, veljača 2010.

Sadržaj

| | |
|---|------|
| Sažetak..... | iii |
| Popis slika..... | iv |
| Popis tablica..... | vii |
| Popis oznaka..... | viii |
| Pojmovnik..... | ix |
| 1. Uvod..... | 1 |
| 2. Konstrukcija kacige..... | 2 |
| 3. Sustav homologacije i ECE pravilnika..... | 5 |
| 4. Pregled i struktura ECE R22.05 pravilnika..... | 25 |
| 5. Ispitivanja kacige prema ECE-R22.05 pravilniku..... | 27 |
| 5.1. Načini i uvjeti izlaganja kacige | 28 |
| 5.2. Apsorpcija energije sudara | 29 |
| 5.2.1. Pozicioniranje i označavanje točaka udara kacige | 30 |
| 5.2.2. Uređaj..... | 32 |
| 5.2.3. Redoslijed točaka udara | 34 |
| 5.3. Ispitivanje kacige na abraziju | 35 |
| 5.4. Test krutosti kacige..... | 38 |
| 5.5. Dinamička izdržljivost sustava vezanja kacige | 39 |
| 5.6. Test zakretanja kacige | 40 |
| 5.7. Proklizavanje sustava za vezivanje kacige | 41 |
| 5.8. Ispitivanje kvalitete vizora..... | 42 |
| 5.8.1. Mehanizam za spuštanje i dizanje vizora..... | 43 |

| | |
|--|----|
| 5.8.2. Vidno polje kacige | 43 |
| 5.9. Prozirnost (vidljivost) vizora i vidljivost spektra boja | 47 |
| 5.10. Raspršivanje (difuzija) svjetla | 50 |
| 5.11. Prepoznavanje svjetlosnih signala | 52 |
| 5.12. Indeks loma svjetlosti | 53 |
| 5.13. Mehanička svojstva vizora | 55 |
| 5.14. Optička svojstva i otpornost na ogrebotine vizora | 56 |
| 6. Označavanje kacige prema ECE-R22.05 pravilniku..... | 57 |
| 7. Uvjeti ispitivanja sukladnosti proizvodnje kacige | 59 |
| 8. Razlike ECE-R22 i Snell metode ispitivanja | 64 |
| 9. Pregled ponude proizvođača opreme za ispitivanje kaciga prema ECE-R22 pravilniku. | 66 |
| 9.1. <i>Chun Yen Testing Machines Co. Ltd.</i> | 69 |
| 9.2. <i>Prolific engineers</i> | 72 |
| 9.3. <i>Cadex INC</i> | 75 |
| 10. Zaključak..... | 83 |
| 11. Literatura | 84 |
| PRILOG | 85 |

SAŽETAK

U ovom radu se proučava i detaljno opisuju metode ispitivanja kaciga i vizora za vozače i suvozače motorkotača. Metode su pravno regulirane prema pravilniku ECE-R22.05. Uz ECE sigurnosni pravilnik postoji još nekoliko priznatih normi poput Snell M2010, FIA 8860-2004, BSI, DOT, SHARP i ostalih zavisno o državi gdje se primjenjuje pravilnik. Također postoje i kacige koje se koriste isključivo u natjecateljske svrhe, stoga njihove certifikate ispituje i potvrđuje matična udruga (primjerice FIA, NASCAR...). ECE-R22 pravilnik, koji je na snagu stupio 16.10.1995., je jedan od najraširenijih pravilnika za ispitivanje kaciga te se primjenjuje u više od 50 zemalja. Drugi najčešći pravilnik koji se koristi, pretežito u Sjedinjenim Američkim Državama, je Snell metoda koja je mnogo stroža u svojim pravilima. Najviše se razlikuju u testovima apsorpcija energije sudara gdje se kod Snell metode čak ispituje dvostruki sudar utega i kacige u isto mjesto.

ABSTRACT

This thesis examines and describes in details the testing methods of helmets and visors for motorcycle drivers and passengers. Methods are legally regulated according to the ECE-R22.05 regulation. Besides the ECE safety regulation, there are several other recognized test procedures such as Snell M2010, FIA 8860-2004, BSI, DOT, Sharp and others, depending on the country where the regulation applies. There are also helmets that are used solely for racing purposes, so their certificates are examined and confirmed by the parent organizations (such as FIA, NASCAR ...). ECE-R22 regulation, which came into force on 16.10.1995., is one of the most popular and widespread regulation in the world, since their acts are acknowledged and used in more than 50 countries. Another standard frequently used, mainly in the United States, the Snell method which is much more rigorous in their policies. The difference between ECE and Snell regulation is the impact absorption test, where the Snell norm requires the double impact of the anvil on the same place of the helmet.

Popis slika

| | |
|---|----|
| Slika 2.1. Konstrukcijske izvedbe kacige..... | 2 |
| Slika 2.2. Deformacija strukture kacige nakon udara..... | 2 |
| Slika 2.3. Presjek kacige sa strukturalnim prikazom..... | 3 |
| Slika 2.4. Primjeri motociklističkih vizora..... | 4 |
| Slika 2.5. Sustav ventiliranja zraka unutar kacige..... | 4 |
| Slika 3.1. Shema međunarodnog sustava homologacije..... | 7 |
| Slika 5.1. Visine i način udara kacige o nakovanj..... | 29 |
| Slika 5.2 Identifikacija ravnina kacige..... | 30 |
| Slika 5.3. Identifikacija ravnina..... | 31 |
| Slika 5.4. Identifikacija točaka udara..... | 31 |
| Slika 5.5. Lijevo: Točke udara u prostornom prikazu. Desno: „umjetna glava“..... | 32 |
| Slika 5.6. Shematski prikaz uređaja za ispitivanje apsorpcije energije sudara..... | 34 |
| Slika 5.7. Čelični nakovanj za ispitivanje abrazije kacige..... | 36 |
| Slika 5.8. Shematski prikaz uređaja za ispitivanje abrazije kacige..... | 37 |
| Slika 5.9. Shematski prikaz ispitivanja krutosti kacige (opterećenja) transversalno (T-T) i longitudinalno (L-L)..... | 38 |
| Slika 5.10. Dijagramski prikaz promjene opterećenja pri ispitivanju krutosti kacige..... | 38 |
| Slika 5.11. Shematski prikaz uređaja za ispitivanje dinamičke izdržljivosti sustava vezanja kacige..... | 39 |
| Slika 5.12. Shematski prikaz uređaja za ispitivanje odvajanja kacige..... | 40 |
| Slika 5.13. Lijevo: Shematski prikaz uređaja za ispitivanje proklizavanja sustava za vezivanje kacige (1-pomična kliješta, 2-sustav za pritezanje, 3-rotirajući valjak, 4-uteg). Desno: princip spajanja vezice na kacigu..... | 41 |

| | |
|--|----|
| Slika 5.14. Ispitivanje kuta otvaranja vizora..... | 43 |
| Slika 5.15. Horizontalno vidno polje. | 44 |
| Slika 5.16. Vertikalno vidno polje. | 45 |
| Slika 5.17. Definiranje referentne i osnovne ravnine „umjetne glave“ te kutovi između prostornih ravnina za definiranje vidnog polja. | 46 |
| Slika 5.18. Simbol na kacigi koji označava samo dnevnu uporabu. Umjesto simbola može stajati i tekst „DAYTIME USE ONLY“..... | 47 |
| Slika 5.19. Dijagramski prikaz spektralne distribucije radijacije signalnih svjetala. | 48 |
| Slika 5.20. Shematski prikaz aparatusa za mjerenje difuzije svjetla. | 50 |
| Slika 5.21. Crna ispitna ploča. | 54 |
| Slika 5.22. Ispitivanje mehaničkih svojstava vizora (penetrirajući test). | 55 |
| Slika 5.23. Uređaj za ispitivanje vizora na abraziju. Dijelovi: 1. PVC cijev 2. Spremnik s pijeskom 3. Gornje sito 4. Donje sito 5. Testni uzorak 6. Rotirajuća platforma..... | 56 |
| Slika 6.1. Homologacijska oznaka atestirane kacige..... | 57 |
| Slika 6.2. Homologacijska oznaka atestiranog vizora. | 57 |
| Slika 6.3. Ušivene homologacijske oznake. Na desnoj slici oznaka 60/61 označava veličinu, dok oznaka 1525 označava težinu kacige u gramima. | 58 |
| Slika 7.1. Dijagram toka postupka provjeravanja sukladnosti proizvodnje. Napomene: ⁰ ili bilo kakav drugi oblik ispitivanje kvalitete; ¹ Provodi tehnički servis proizvođača ili nezavisni akreditirani ispitni laboratorij; ^{2,3} Ukoliko proizvođač zadovoljava ISO 9002 ispitivanje provoditi jednom godišnje, ako ne zadovoljava ispitivanje provoditi tri puta godišnje. | 60 |
| Slika 8.1. Ispitivanje apsorpcije energije sudara prema Snell-u. | 64 |
| Slika 8.2. Ispitivanje apsorpcije energije sudara kacige i penetracije vizora prema Snell-u... | 65 |
| Slika 9.1. Tlocrt laboratorija i minimalan potreban prostor za smještaj minimalnog seta uređaja za ispitivanje kaciga, prema ECE-R22.05 pravilniku. | 68 |

| | |
|---|----|
| Slika 9.2. Uređaj za ispitivanje apsorpcije energije sudara (<i>Chun Yen</i>)..... | 69 |
| Slika 9.3. Uređaj za ispitivanje dinamičke izdržljivosti sustava vezanja kacige (<i>Chun Yen</i>).. | 70 |
| Slika 9.4. Uređaj za ispitivanje odvajanja kacige (<i>Chun Yen</i>)..... | 71 |
| Slika 9.5. Uređaj za ispitivanje apsorpcije energije sudara - gornji dio (<i>Cadex</i>). | 75 |
| Slika 9.6. Uređaj za ispitivanje apsorpcije energije sudara - donji dio (<i>Cadex</i>)..... | 76 |
| Slika 9.7. Vrste nakovnja (<i>Cadex</i>). | 76 |
| Slika 9.8. Uređaj za ispitivanje dinamičke izdržljivosti sustava vezanja kacige (<i>Cadex</i>). | 77 |
| Slika 9.9. Uređaj za mjerenje vidnog polja (<i>Cadex</i>)..... | 78 |
| Slika 9.10. Uređaj za ispitivanje krutosti kacige (<i>Cadex</i>)..... | 79 |
| Slika 9.11. Uređaj za ispitivanje odvajanja kacige (<i>Cadex</i>). | 80 |
| Slika 9.12. "Umjetna glave" (<i>Cadex</i>)..... | 81 |
| Slika 9.13. Grafičko sučelje programa za očitavanje rezultata ispitivanja (<i>Cadex</i>). | 82 |

Popis tablica

| | |
|--|----|
| Tablica 3.1. Zemlje potpisnice Sporazuma iz 1958. godine s brojčanim kodnim oznakama. .. | 6 |
| Tablica 3.2. Dvojezični popis ECE pravilnika | 8 |
| Tablica 4.1. Prikaz ispitivanja prema ECE-R22.05 pravilniku s uvjetima za zadovoljavanje ispitivanja. | 26 |
| Tablica 5.1. Broj testiranih kaciga u ovisnosti o vrsti ispitivanja. | 27 |
| Tablica 5.2. Opće karakteristike "umjetnih glava"..... | 32 |
| Tablica 5.3. Kombinacija uvjeta izlaganja kacige i vrste nakovnja za ispitivanje energije sudara. | 34 |
| Tablica 5.4. Broj ispitanih kaciga u ovisnosti o vrsti ispitivanja. | 42 |
| Tablica 5.5. Spektralna distribucija radijacije signalnih svjetala i standardnog izvora svjetla D65 prema normama ISO/CIE 10526 i ISO/CIE 10527 u ovisnosti o valnoj duljini..... | 49 |
| Tablica 5.6. Maksimalno dozvoljene vrijednosti luminacije (sjaj izvora). | 50 |
| Tablica 5.7. Dozvoljene vrijednosti indeksa loma svjetlosti..... | 53 |
| Tablica 7.1. Postupak odabira kaciga za provjeru sukladnosti proizvodnje. | 61 |
| Tablica 7.2. Postupak odabira vizora za provjeru sukladnosti proizvodnje..... | 62 |
| Tablica 7.3. Popis nezavisnih akreditiranih laboratorija za ispitivanje kacige prema pravilniku ECE-R22.05. | 63 |
| Tablica 9.1. Pregled ponude proizvođača (šrafura označava nepostojanje uređaja u ponudi).67 | |
| Tablica 9.2. Gabaritne dimenzije minimalnog seta uređaja za ispitivanje kaciga (slika 8.1.) | 68 |

Popis oznaka

| Fizikalna veličina | Oznaka | Jedinica |
|--|----------------------|---------------------|
| Temperatura | ϑ | °C |
| Volumen | V | m ³ |
| Površina | A | m ² |
| Snaga | P | W |
| Brzina | v | ms ⁻¹ |
| Masa | m | kg |
| Akceleracija | a | ms ⁻² |
| HIC (engl. <i>Head injury criterion</i>) | HIC | / |
| Sila | F | N |
| Frekvencija | f | Hz |
| Faktor prozirnosti | τ_v | % |
| Valna duljina | λ | nm |
| Relativno optičko prigušenje | Q | / |
| Spektralna distribucija radijacije | $S_\lambda(\lambda)$ | nm |
| Vidljivost spektra | τ_s | % |
| Difuzija svjetla prije/nakon abrazije vizora | DB/DA | cd/m ² l |
| Brzina vrtnje | n | min ⁻¹ |

Pojmovnik

»zaštitna kaciga« (engl. *protective helmet*) označuje kacigu koja je primarno namijenjena za zaštitu nositeljeve glave od udara. Neke kacige mogu osigurati dodatnu zaštitu;

»oklop« (engl. *shell*) označuje čvrsti dio zaštitne kacige kojim je određen njezin osnovni oblik;

»zaštitna ispuna« (engl. *protective padding*) označuje materijal koje se upotrebljava za apsorpciju energije udara;

»podstava« (engl. *comfort padding*) označuje gradivo koje predviđeno radi povećanja udobnosti korisnika;

»sustav za držanje (vezanje)« (engl. *retention system*) označuje čitav sklop pomoću kojeg se kaciga zadržava na glavi, uključujući sve dijelove za namještanje sustava ili povećanje nositeljeve udobnosti;

»remen za bradu« (engl. *chin-strap*) označuje dio sustava za držanje koji se sastoji od remena koji prolazi ispod vilice radi držanja kacige u određenu položaju;

»časića za bradu« (engl. *chin-cup*) označuje dodatak remenu za bradu koji obuhvaća vrh nositeljeve brade;

»štitnik« (engl. *peak*) označuje produljeni dio oklopa iznad očiju;

»štitnik donjega dijela lica (čeljusti)« (engl. *lower face cover*) označuje odvojitivi ili neodvojitivi dio kacige koji pokriva donji dio lica;

»vizor« (engl. *visor*) označuje prozirni zaštitni zaslon koji se proteže preko očiju i pokriva dio lica;

»zaštitne naočale« (engl. *goggles*) označuju prozirne štitnike koji pokrivaju oči;

»osnovna ravnina glave« (engl. *basic plane of human head*) označuje ravninu na razini otvora vanjskoga slušnog organa (vanjski otvor uha) i donjeg ruba očne šupljine (donji dio očne šupljine);

»osnovna ravnina modela glave« (engl. *basic plane of headform*) označuje ravninu koja odgovara osnovnoj ravnini ljudske glave;

»referentna ravnina« (engl. *reference plane*) označuje pomoćnu ravninu koja je usporedna s osnovnom ravninom modela glave na udaljenosti koja je ovisna o veličini modela glave;

»homologacijsko ispitivanje« (engl. *approval test*) označuje ispitivanje radi određivanja stupnja u kojemu tip zaštitne kacige i/ili tip vizora koji je dostavljen na ispitivanje zadovoljava zahtjeve ovoga pravilnika;

»ispitivanje sposobnosti proizvodnje« (engl. *production quality test, COP – Conformity of production*) označuje ispitivanje radi utvrđivanja da li je proizvođač sposoban proizvesti kacige i/ili vizore sukladne kacigama i/ili vizorima koji su dostavljeni na homologaciju;

»atest« (engl. *attest*) organizirano izvođenje poslova koji potvrđuju da je proizvod točan, istinit i pravi;

»certifikat« (engl. *certificate*) služi za identificiranje korisnika ili proizvoda, provjeru autentičnosti i šifriranje datoteka. Dokument koji potvrđuje određenu istinitost;

1. Uvod

Kaciga je oblik zaštitne oprema koja se nosi na glavi kako bi je zaštitili od ozljeda. Prva dokumentirana uporaba kacige datira iz oko 10 stoljeća pr. Kr. gdje su je prvi koristili asirski vojnici. Asirska kaciga se prvotno radila od debele kože, a zatim uočivši prednosti metala počela raditi od bronce. I danas, u 21. stoljeću, vojnici i dalje koriste kacige kao zaštitni element koji je često izrađen od kevlar (znatno manje težine nego brončana kaciga), za zaštitu glave od metaka i fragmenata granate. No uporaba kacige nije samo ostala u vojnim sferama. Uočivši njene prednosti, od sredine 18 st., ona je svoju svrhu našla i u civilne svrhe prvenstveno u građevinske i vatrogasne svrhe tijekom izvođenja opasnih radnih aktivnosti. Daljnjom modernizacijom kacige, njena uporaba se proširila i u sportske svrhe (npr. automobilističke i motociklističke utrke, biciklizam, hokej, konjaništvo, skijanje...). Od 1990-ih godina većina kaciga se izrađuje od smole ili plastike, koje su ojačane najčešće aramidnim vlaknima.

Unatoč raznim izvedbama i zahtjevima koji se postavljaju pred kacigu osnovno je pravilo da korisnika zaštititi prvenstveno u slučajevima apsorpcije energije sudara (udarac ili pad teškog predmeta). Uz sposobnost apsorpcije energije sudara, njihov volumen i masa također su važne varijable na koje se tijekom konstrukcije treba paziti, stoga svako povećanje mase kacige povećava mogućnost trzajne ozljede vrata prilikom udara. Neurokirurzi iz Kanade 1980-ih godina zaslužni su za anatomske oblik unutarnje postave kacige.

Zahtjevi koji se postavljaju pred kacigu zavise o namjeni. Tako primjerice biciklistička kaciga mora biti otporna na tupe udarce koji simuliraju udarce o pločnik ili automobil dok kaciga za planinarenje prvenstveno mora biti otporna na udarce oštrog predmeta (primjerice kamenje, ledene sige i planinarska oprema). Također biciklistička kaciga zahtjeva što bolju aerodinamičnost i ventilaciju zraka za razliku od planinarske. Neke zaštitne kacige imaju i druge zaštitne elemente pričvršćene na njih kao što su vizori, naočale i zaštita za čeljusnu kost i uši. Uz tu opremu često su prisutni komunikacijski uređaji (svemirske kacige, vatrogasne, automobilističke i motociklističke utrke...).

Za početak razvoja motociklističkih kaciga odgovoran je britanski neurokirurg Hugh Cairns (rođ. 1896. u Kanadi) koji je bio zadužen za pružanje medicinske pomoći britanskom generalu T.E. Lawrence-u (Lawrence od Arabije) koji je 1935. godine imao prometnu nesreću s motociklom, sa smrtnim posljedicama. Nakon što je doktor Cairns uvidio posljedice udara glave o tvrdu podlogu započeo je svoju studiju o nužnom razvoju motociklističkih kaciga.

2. Konstrukcija kacige

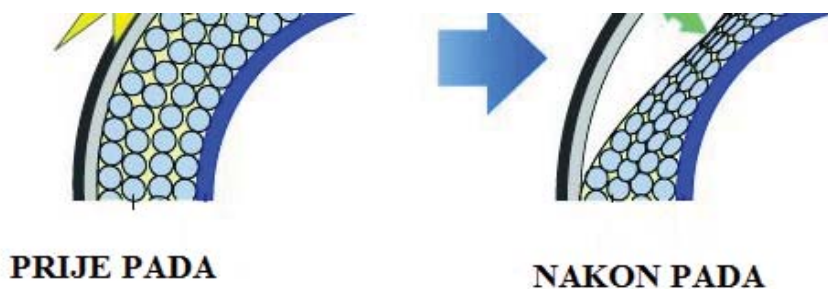
Nošenje zaštitne kacige na glavi tijekom vožnje svih vrsta dvokotača i njima srodnih vozila, propisano je hrvatskim Zakonom o sigurnosti prometa na cestama (NN 105/04). Na tržištu je



Slika 2.1. Konstrukcijske izvedbe kacige.

sve više proizvođača, svaki s desecima modela temeljnih vrsta kaciga, različitih podvrsta i cjenovnih razreda. U raskošnoj ponudi doista se teško snaći ako bi jedini kriterij odabira bili isključivo veličina i boja već unaprijed odabrane vrste. No, od toga je još mnogo bitnije da na kraju kupljena kaciga bude kvalitetna, pouzdana i sigurna te da što bolje odgovara obliku glave njena vlasnika. Unutarnji oblik kacige mora što više odgovarati obliku glave tako da se ni na jednom mjestu ne osjeti nikakav pritisak. Podstava i

jastučići u njoj unutrašnjosti trebali bi dobro prijanjati uz glavu, a materijali od kojih su sačinjeni ne bi smjeli uopće iritirati kožu.

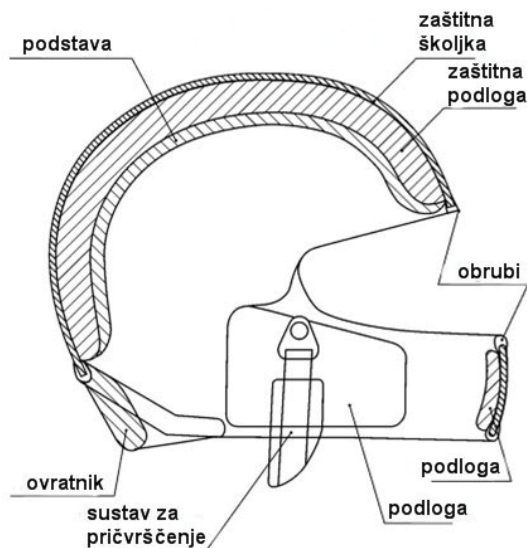


Slika 2.2. Deformacija strukture kacige nakon udara.

Kako prvenstveni zadatak kacige nije odbijanje, već baš naprotiv, upijanje, odnosno apsorpiranje udaraca. Njena vanjska površina je vrlo osjetljiva i sklona mehaničkim oštećenjima. Stoga kaciga može postati neuporabljivom i uslijed pada na pod s visine od samo jednog metra. U slučaju sudjelovanja u prometnoj nesreći, obavezno ju je zamijeniti. I bez ikakvih oštećenja, promjena kacige uputna je svakih četiri do pet godina, po preporuci proizvođača (primjerice *Arai* i *Schuberth*), jer ugrađeni materijali tijekom vremena mogu izgubiti pojedina svojstva, što utječe na smanjenje sigurnosti. Prosjek debljine zaštitne

podloge kacige je između 2,5 i 5 cm. Ukoliko je zaštitna podloga pretanka ljudska glava će je tijekom udara uništiti te neće pridonijeti potrebnoj zaštiti korisnika. No, ukoliko je predebela povećava se dodatna masa kacige koja također može imati pogubne posljedice. Također potrebno je napomenuti kako se kacige konstruiraju prema nekim zadanim parametrima, a među njima je i brzina kretanja vozila. Tako za motociklističke kacige za cestovnu uporabu, kao projektni parametar, uzima se u obzir brzina kretanja motocikla između 20 i 80 km/h.

Proizvođači kaciga uočili su da je kod lakših nesreća vozačima najčešće stradavao vratni mišić te su tome pridali veliku pozornost. Prvi korak u rješavanju tog problema bila je redukcija težine kacige, jer je i pri manjim sudarima, zbog već navedene težine, dolazilo do neugodnih posljedica.



Slika 2.3. Presjek kacige sa strukturalnim prikazom.

Kacige su izvedene u nekoliko odvojenih slojeva, pružajući kombinaciju čvrstoće i fleksibilnosti kod udara. Dok se obična motociklistička kaciga izrađuje od tri sloja - podstava, unutarnja podloga (polistiren ili polipropilen) i vanjska (vlaknasti kompoziti) ljuska - kaciga u Formuli 1 ima čak 17 slojeva.

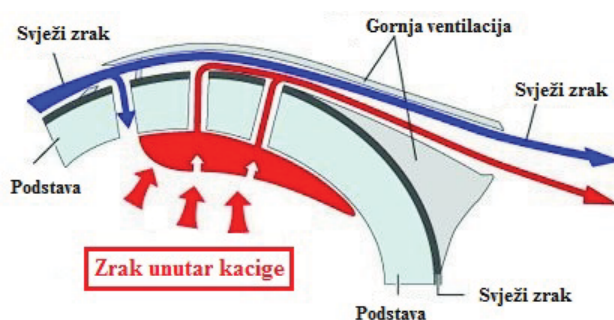
Za izradu vanjskog djela kacige koriste se tri glavna materijala: karbonska vlakna (za postizanje čvrstoće), aramid (za postizanje žilavosti) i polietilen. Njima se dodaju aluminij, magnezij te epoksi smola kao vezivno sredstvo. Primjerice, kaciga za vozače F1 tijekom izrade lijepi se u 120 slojeva od karbonskog vlakna. Nakon toga se kaciga postavi u autoklav, pri čemu se pojedinačni slojevi spajaju jedan s drugim i otvrdnjavaju pod visokim tlakom i konstantnom temperaturom višom od 100 °C. Dijelovi koji su izloženi izuzetnim

opterećenjima, poput donjeg dijela i otvora za vizor, dodatno se pojačavaju uporabom aluminijske i titanske.



Slika 2.4. Primjeri motociklističkih vizora.

Vizori se izrađuju od polikarbonata. Polikarbonat je termoplastičan element s vrlo jakom mrežnom strukturom. Karakterizira ga tvrdoća te visoka termička i kemijska postojanost. Konstruktori kaciga također moraju predvidjeti i ventilaciju za vozača.



Slika 2.5. Sustav ventiliranja zraka unutar kacige.

Prosječna kaciga zatvorenog tipa trebala bi imati mogućnost protoka 1 do 2 litre zraka u sekundi. Svaka kaciga koja zadovoljava određene norme (ECE, Snell, BSI ...) napravljena je tako da osigura maksimalni stupanj zaštite. Primjerice, kaciga koja zadovoljava ECE 22.05 pravilnik, neovisno o tome košta li 1000 ili 6000 kn (što je okvirni raspon cijena unutar kojeg se kreću) - zaštititi će vozača jednako kvalitetno prema propisanom zahtjevu. Razlike između skupe i jeftinije kacige, o konkretnom se slučaju razlikuju u mnogim drugim karakteristikama (poput udobnosti, aerodinamike, sustava prozračivanja...) - no minimalna potrebna sigurnost nije jedna od njih.

3. Sustav homologacije i ECE pravilnika

Homologacija je primjena jedinstvenih pravilnika za proizvodnju i ispitivanje vozila i popratne opreme. To je preduvjet za stavljanje, bilo kakvog vozila ili opreme povezane s cestovnom uporabom, na tržište. Ispunjavanje homologacijskih uvjeta dokazuje se homologacijskim odobrenjem.

World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations je „radna skupina 29“ UN-ove Ekonomskog povjerenstva za Europu (engl. *Economic Commission for Europe*). Forum radi na ujednačavanju propisa koji se tiču sigurnosti vozila, zaštite okoliša, energetske učinkovitosti i zaštite od krađe.

1958. godine u Ženevi, pod okriljem Ujedinjenih naroda, sklopljen je „Sporazum o prihvatanju jednakih tehničkih propisa za vozila na kotačima, opremu i dijelove koji mogu biti ugrađeni i/ili upotrijebljeni u vozilima na kotačima i uvjetima za uzajamno priznavanje homologacija dodijeljenih na temelju tih propisa“. Taj dokument bio je osnova „Ekonomskog povjerenstva Ujedinjenih naroda za Europu“ za utvrđivanje pravila homologacije (tipnog odobravanja) kaciga. Ujedno taj sporazum je i preduvjet za postavljanje jednolikih zahtjeva za testiranje kaciga u svim zemljama koje su ga prihvatile.

1998. godine potpisan je „Globalni sporazum“ koji je generalno nasljednik sporazuma iz 1958. s nekim novoutvrđenim pravilima i članicama (poput SAD-a i Kanade). Do 2007. godine ECE (engl. *Economic Commission for Europe*) je prihvatilo 126 normi koja se uglavnom tiču pojedinih komponenata ili tehnologije vozila. Kada je jednom ispitni predmet uspješno homologiran od ovlaštenog laboratorija, čija je država članica ECE-a, tada to odobrenje prihvaćaju i ostale zemlje sudionice. Sve troškove ispitivanja i odobravanja proizvoda snosi proizvođač. Popis zemalja sudionica Sporazuma iz 1958. godine, prema svojim brojčanim kodnim oznakama, prikazani su u tablici 3.1.

Tablica 3.1. Zemlje potpisnice Sporazuma iz 1958. godine s brojčanim kodnim oznakama.

| Šifra | Država | Šifra | Država | Šifra | Država |
|------------|----------------------|------------|-------------|------------|--------------------|
| E1 | Njemačka | E17 | Finska | E34 | Bugarska |
| E2 | Francuska | E18 | Danska | E36 | Litva |
| E3 | Italija | E19 | Rumunjska | E37 | Turska |
| E4 | Nizozemska | E20 | Poljska | E39 | Azerbajdžan |
| E5 | Švedska | E21 | Portugal | E40 | Makedonija |
| E6 | Belgija | E22 | Rusija | E42 | Europska zajednica |
| E7 | Mađarska | E23 | Grčka | E43 | Japan |
| E8 | Češka Republika | E24 | Irska | E45 | Australija |
| E9 | Španjolska | E25 | Hrvatska | E46 | Ukrajina |
| E10 | Srbija (Jugoslavija) | E26 | Slovenija | E47 | Južna Afrika |
| E11 | Velika Britanija | E27 | Slovačka | E48 | Novi Zeland |
| E12 | Austrija | E28 | Bjelorusija | E49 | Cipar |
| E13 | Luksemburg | E29 | Estonija | E50 | Malta |
| E14 | Švicarska | E31 | BiH | E51 | Južna Koreja |
| E16 | Norveška | E32 | Latvija | E52 | Malezija |

U Europi postoje tri paralelna sustava homologacije:

- a) ECE-pravilnici prema Sporazumu iz 1958. godine

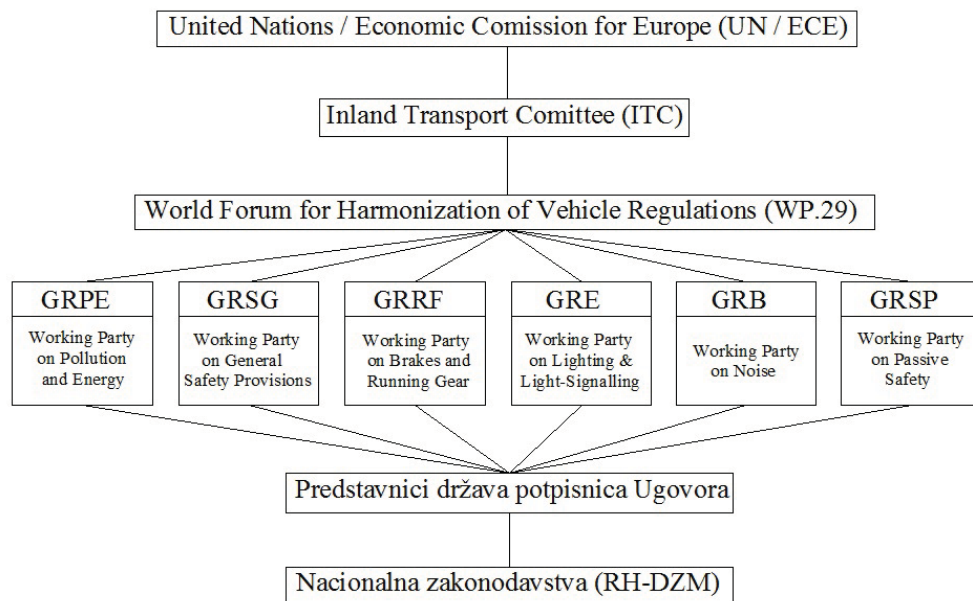
primjer: ECE R-13 = ECE – pravilnik br. 13

- b) ECE-pravilnici prema Globalnom sporazumu iz 1998.

primjer: ECE R-13h = harmonizirani ECE pravilnik br. 13 (prema Globalnom sporazumu iz 1998. godine)

- c) direktive Europske unije (one se primjenjuju u zemljama EU; odredbe su u osnovi iste ili vrlo slične onima u ECE-pravilnicima).

U Hrvatskoj se primjenjuju ECE-pravilnici (Hrvatska nije članica EU i još nije obavezna primjenjivati direktive EU). Kako se EU-direktive i ECE-pravilnici djelomice međusobno podudaraju, izrađen je popis direktiva koje odgovaraju pojedinim pravilnicima. Time su u Hrvatskoj indirektno prihvaćene i direktive EU. Hrvatska prevodi i nastoji prihvatiti direktive koje će stupiti na snagu danom pristupanja Europskoj uniji.



Slika 3.1. Shema međunarodnog sustava homologacije.

Najistaknutiji ne-potpisnik Sporazuma iz 1958. godine su Sjedinjene Američke Države, koja ima vlastiti *Federal Motor Vehicle Safety Standards* skup pravilnika te time ne priznaje ECE odobrenja unutar svojeg saveza država. Komponente, tehnologije i sama vozila, homologirana ECE regulativom, se stoga najčešće ne mogu izvoziti u Sjedinjene Američke Države ni obrnuto bez nužnih preinaka. Također slična pravila vrijede i za kanadski sustav homologacije (*Canadian Motor Vehicle Safety Standards*) koja su jako slična američkom, no za razliku od američkog standarda Kanada je usvojila pravila ECE-a za prednja svjetla i odbojнике. Američki i kanadski proizvođači vozila i popratne opreme radi na principu „samocertifikacije“ (engl. *self-certification* ili *autocertification*) gdje državni akreditacijski laboratoriji ne provjeravaju kontinuirano da li je proizvodnja u skladu s normama već to radi isključivo proizvođač. Pod uvjetom da njegov vlastiti ispitni laboratorij je certificiran od pripadajuće državne akreditacijske službe. Ukoliko se uoči nekakva pogreška u proizvodnji ili nesukladnost s normom tada državni akreditacijski laboratorij provodi nezavisno ispitivanje nad predmetom. Ako se dokaže greška, na štetu proizvođača, sva istoimena vozila ili oprema se mora opozvati u najkraćem mogućem roku.

Kako je tržište Sjeverne Amerike prilično autonomno tako su promjene u njihovim normama prilično spore te se ne nazire skoro uniformiranje pravila u jednu zajedničku svjetsku normu, koje bi sve države svijeta morale prihvatiti i pratiti. Dotada veliki svjetski proizvođači svoju produkciju vozila i popratne opreme dijele na sjevernoameričko tržište, tržište ostatka svijeta s lijevom stranom vožnje te tržište ostatka svijeta s desnom stranom vožnje.

Tablica 3.2. Dvojezični popis ECE pravilnika

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | U RH na snazi za | Kategorija |
|-------------|--|-------------------------|--------------------------|---|----------------------|
| 1 | Motor Vehicle Headlamps Emitting an Asymmetrical Passing Beam and/or A Driving Beam and Equipped With Filament Lamps of Categories R ₂ and/or HS1 Naredba o homologaciji glavnih svjetala za motorna vozila, za asimetrični kratki i/ili dugi svjetlosni snop, s halogenim žaruljama kategorije R2 i/ili HS1 | 08.08.1960. | 04.12.2001. | Nova vozila 1.01 Rabljena vozila 1.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 2 | Incandescent Electric Lamps For Headlamps Emitting an Asymmetrical Passing Beam or a Driving Beam or Both | 08.08.1960 | 09.03.1980. | | SVJETLOSNA OPREMA |
| 3 | Retro-Reflecting Devices For Power-Driven Vehicles and Their Trailers Naredba o homologaciji katadioptra za motorna vozila i njihove prikolice | 01.11.1963. | 05.04.2007. | Nova vozila 3.02 Rabljena vozila 3.00 (01) | SVJETLOSNA OPREMA |
| 4 | Devices For The Illumination of Rear Registration Plates of Motor Vehicles (Except Motor Cycles) and Their Trailers Naredba o homologaciji svjetla stražnje registrarske ploče za cestovna motorna vozila (osim motocikala) i njihove prikolice | 15.4.1964. | 04.09.2008. | 4.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 5 | Motor Vehicle "Sealed Beam" Headlamps (SB) Emitting An European Asymmetrical Passing Beam or a Driving Beam or Both Naredba o homologaciji SB ("Sealed Beam") glavnih svjetala za cestovna motorna vozila za europski asimetrični kratki i/ili dugi svjetlosni snop | 30.9.1967. | 06.09.2008. | 5.02 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 6 | Direction Indicators For Motor Vehicles and Their Trailers Naredba o homologaciji pokazivača smjera za motorna vozila i njihove prikolice | 15.10.1967. | 04.09.2008. | Nova vozila 6.01 Rabljena vozila 6.00 | SVJETLOSNA OPREMA |

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | URH na snazi za | Kategorija |
|-------------|---|-------------------------|--------------------------|--|----------------------|
| 7 | Front and Rear Position (Side) Lamps, Stop-Lamps and End-Outline Marker Lamps for Motor Vehicles (Except Motor Cycles) and Their Trailers Naredba o homologaciji prednjih i stražnjih pozicijskih svjetala, kočnih svjetala i gabaritnih svjetala za motorna vozila (osim motocikala) i njihove prikolice | 15.10.1967. | 04.09.2008. | Nova vozila 7.02 Rabljena vozila 7.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 8 | Motor Vehicle Headlamps Emitting an Asymmetrical Passing Beam or a Driving Beam or Both and Equipped With Halogen Filament Lamps (H1, H2, H3, HB3, HB4, and/or H7) Naredba o homologaciji glavnih svjetala za cestovna motorna vozila, za asimetrični kratki i/ili dugi svjetlosni snop, s halogenim žaruljama H1, H2, H3, HB3, HB4 i/ili H7 | 15.11.1967. | 29.08.2003. | 8.04 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 9 | Three-Wheeled Vehicles With Regard To Noise Naredba o homologaciji motornih vozila s tri kotača s obzirom na emisije buke | 1.3.1969. | 10.09.2006. | 9.04 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 10 | Vehicles With Regard To Radio Interference Suppression Pravilnik br. 10: Sukladni propisi o homologaciju vozila što se tiče sprečavanja radio-smetnja | 01.04.1969. | 14.08.2008. | Nova vozila 10.02 Rabljena vozila 10.01 | OSTALO |
| 11 | Vehicles With Regard To Door Latches and Door Retention Components Naredba o homologaciji vozila s obzirom na brave i okove za pričvršćivanje vrata | 01.06.1969. | 06.08.2007. | 11.02 | PASIVNA SIGURNOST |
| 12 | Vehicles With Regard To The Protection of The Driver Against The Steering Mechanism in The Event of Impact Naredba o homologaciji vozila u pogledu zaštite vozača od upravljačkog mehanizma u slučaju sudara | 01.06.1969. | 04.08.2000. | Nova vozila 12.03 Rabljena vozila 12.02 | PASIVNA SIGURNOST |
| 13 | Vehicles of Categories M, N and O With Regard To Braking Naredba o homologaciji vozila kategorija M, N i O s obzirom na kočenja | 01.06.1970. | 17.01.2008. | Nova vozila 13.09 Rabljena vozila 13.06 | AKTIVNA SIGURNOST |

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | URH na snazi za | Kategorija |
|-------------|--|-------------------------|--------------------------|---|----------------------|
| 14 | Vehicles With Regard To Safety-Belt Anchorages Naredba o homologaciji vozila s obzirom na sidrišta sigurnosnih pojasova | 01.04.1970. | 30.10.2009. | Nova vozila 14.04 Rabljena vozila 14.03 | PASIVNA SIGURNOST |
| 15 | Vehicles Equipped With a Positive-Ignition Engine or With a Compression-Ignition Engine With Regard To The Emission of Gaseous Pollutants By The Engine - Method of Measuring The Power of Positive-Ignition Engines - Method of Measuring The Fuel Consumption of Vehicles | 01.8.1970. | 20.10.1981. | | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 16 | Safety-Belts and Restraint Systems For Adult Occupants of Power-Driven Vehicles Naredba o homologaciji sigurnosnih pojasova i sustava držanja odraslih osoba u motornim vozilima | 01.12.1970. | 19.05.2009. | 16.04 | PASIVNA SIGURNOST |
| 17 | Vehicles With Regard To The Seats, Their Anchorages and Any Head Restraints Naredba o homologaciji vozila s obzirom na sjedala, njihova sidrišta i naslone za glavu | 01.12.1970. | 06.11.2009. | 17.04 | PASIVNA SIGURNOST |
| 18 | Power-Driven Vehicles With Regard To Their Protection Against Unauthorized Use Naredba o homologaciji motornih vozila što se tiče zaštitnih uređaja za sprječavanje neovlaštene uporabe vozila | 01.03.1971. | 04.11.2008. | Nova vozila 18.02 Rabljena vozila 116.00 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 19 | Motor Vehicle Fog Lamps Naredba o homologaciji svjetala za maglu za cestovna motorna vozila | 01.03.1971. | 04.11.2008. | 19.02 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 20 | Motor Vehicle Headlamps Emitting an Asymmetrical Passing Beam or a Driving Beam or Both and Equipped With Halogen Filament Lamps (H ₄ Lamps) Naredba o homologaciji glavnih svjetala za cestovna motorna vozila, za asimetrični kratki i dugi svjetlosni snop ili obadva, s halogenim žaruljama H4 | 01.05.1971. | 10.10.2006. | Nova vozila 20.02 Rabljena vozila 20.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 21 | Vehicles With Regard To Their Interior Fittings Naredba o homologaciji vozila s obzirom na njihovo unutrašnje uređenje | 01.12.1971. | 25.03.2003. | Nova vozila 21.01 Rabljena vozila 22.04 | PASIVNA SIGURNOST |

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | URH na snazi za | Kategorija |
|----------|---|----------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|
| 22 | Protective Helmets and Their Visors For Drivers and Passengers of Motor Cycles and Mopeds Naredba o homologaciji zaštitnih kaciga i njihovih vizora za vozače i suvozače motocikala i mopeda | 16.10.1995. | 24.09.2002. | 22.04 | PASIVNA SIGURNOST |
| 23 | Reversing Lights for Power-Driven Vehicles and Their Trailers Naredba o homologaciji svjetala za vožnju unatrag za motorna vozila i njihove prikolice | 01.12.1972. | 04.11.2008. | 23.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 24 | I. Compression Ignition (C.I.) Engines With Regard To The Emission of Visible Pollutants II. Motor Vehicles With Regard To The Installation of C.I Engines of an Approved Type III. Motor Vehicles Equipped With C.I. Engines With Regard To The Emission of Visible Pollutants By The Engine IV. The Measurement of Power of C.I. Engine Naredba o homologaciji vozila s dizelskim motorima što se tiče ispuštanja štetnih sastojaka iz motora | 01.12.1971. | 05.04.2007. | 24.03 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 25 | Head Restraints (Headrests), Whether or Not Incorporated In Vehicle Seats Naredba o homologaciji naslona za glavu (samo za vozila M1 kategorije) | 01.03.1972. | 16.04.1997. | 25.03 | PASIVNA SIGURNOST |
| 26 | Vehicles With Regard To Their External Projections Naredba o homologaciji vozila s obzirom na njihove vanjske izbočine | 01.07.1972. | 06.08.2007. | 26.02 | PASIVNA SIGURNOST |
| 27 | Advance-Warning Triangles Naredba o homologaciji upozornih trokutova | 15.09.1972. | 18.02.1998. | 27.03 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 28 | Audible Warning Devices and Motor Vehicles With Regard To Their Audible Signals Naredba o homologaciji zvučnih upozornih uređaja i motornih vozila s obzirom na njihove zvučne signale | 15.01.1973. | 13.07.2001. | 28.00 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 29 | Vehicles With Regard To The Protection of The Occupants of The Cab of a Commercial Vehicle | 15.06.1974. | 06.08.2007. | | PASIVNA SIGURNOST |

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | URH na snazi za | Kategorija |
|-------------|---|-------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 30 | Pneumatic Tyres For Motor Vehicles and Their Trailers Naredba o homologaciji guma za motorna vozila i njihove prikolice | 01.04.1975. | 15.01.2008. | 30.02 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 31 | Halogen Sealed-Beam Unit (HSB Unit) Motor Vehicle Headlamps Emitting an Asymmetrical Passing Beam or a Driving Beam or Both Naredba o homologaciji halogenih svjetala koja sa svjetlosnim izvorom čine nerastavljivu cjelinu ("HSB svjetla") za motorna vozila s asimetričnim kratkim i/ili s dugim svjetlosnim snopom | 01.05.1975. | 23.04.2009. | 31.02 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 32 | Vehicles With Regard To The Behaviour of The Structure of The Impacted Vehicle In a Rear-End Collision | 01.07.1975. | 06.08.2007. | | PASIVNA SIGURNOST |
| 33 | Vehicles With Regard To The Behaviour of The Structure of The Impacted Vehicle In a Head-On Collision | 01.07.1975. | 06.08.2007. | | PASIVNA SIGURNOST |
| 34 | Vehicles With Regard To The Prevention of Fire Risks Naredba o homologaciji vozila s obzirom na sprečavanje opasnosti od požara | 01.07.1975. | 06.08.2007. | 34.01 | PASIVNA SIGURNOST |
| 35 | Vehicles With Regard To The Arrangement of Foot Controls Naredba o homologaciji vozila s obzirom na raspored nožnih uređaja za upravljanje | 10.11.1975. | 10.11.2006. | 35.00 | PASIVNA SIGURNOST |
| 36 | Large Passenger Vehicles With Regard To Their General Construction Naredba o homologaciji konstrukcije autobusa s više od 22 putnika | 01.03.1976. | 20.02.2008. | 36.03 | PASIVNA SIGURNOST |
| 37 | Filament Lamps For Use In Approved Lamp Units of Power-Driven Vehicles and of Their Trailers Naredba o homologaciji žarulja sa žarnom niti za uporabu u homologiranim svjetlima za motorna vozila i njihove prikolice | 01.02.1978. | 06.11.2009. | 37.03 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 38 | Rear Fog Lamps For Power-Driven Vehicles and Their Trailers Naredba o homologaciji stražnjih svjetala za maglu za cestovna motorna vozila i njihove prikolice | 01.08.1978 | 04.11.2008. | 38.00 | SVJETLOSNA OPREMA |

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | URH na snazi za | Kategorija |
|-------------|--|-------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 39 | Vehicles With Regard To The Speedometer Equipment Including Its Installation Naredba o homologaciji motornih vozila s obzirom na uređaj za pokazivanje brzine uključujući i njegovu ugradbu | 20.11.1978. | 07.02.2003. | 39.00 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 40 | Motor Cycles Equipped With A Positive-Ignition Engine With Regard To The Emission of Gaseous Pollutants By The Engine Naredba o homologaciji motocikala s oto-motorom što se tiče ispuštanja štetnih sastojaka iz motora | 01.09.1979. | 06.08.2007. | 40.01 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 41 | Motor Cycles With Regard To Noise Naredba o homologaciji motocikala s obzirom na emisije buke | 01.06.1980. | 10.11.2006. | 41.02 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 42 | Vehicles With Regard To Their Front and Rear Protective Devices (Bumpers, Etc.) Naredba o homologaciji vozila s obzirom na prednje i stražnje odbojnice | 01.06.1980. | 08.08.2007. | 42.00 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 43 | Safety Glazing and Glazing Materials Naredba o homologaciji sigurnosnih stakala i gradiva za stakla namijenjenih za ugradbu na cestovna vozila | 15.02.1981. | 09.11.2009. | 43.00 | PASIVNA SIGURNOST |
| 44 | Restraining Devices For Child Occupants of Power-Driven Vehicles ("Child Restraint System") Naredba o homologaciji dječjih sjedalica za vozila | 01.02.1981. | 18.06.2009. | 44.03 | PASIVNA SIGURNOST |
| 45 | Headlamp Cleaners, and Power-Driven Vehicles With Regard To Headlamp Cleaners Naredba o homologaciji naprava za čišćenje glavnih svjetala motornih vozila i motornih vozila s obzirom na naprave za čišćenje glavnih svjetala | 01.07.1981. | 06.08.1988. | 45.01 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 46 | Rear-View Mirrors, and Motor Vehicles With Regard To The Installation of Rear-View Mirrors Naredba o homologaciji retrovizora i motornih vozila s obzirom na ugradbu retrovizora | 01.09.1981. | 12.10.2009. | 46.01 | AKTIVNA SIGURNOST |

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | URH na snazi za | Kategorija |
|-------------|--|-------------------------|--------------------------|--|----------------------|
| 47 | Mopeds Equipped With A Positive-Ignition Engine With Regard To The Emission of Gaseous Pollutants By The Engine Naredba o homologaciji mopeda s oto-motorom što se tiče ispuštanja štetnih sastojaka iz motora | 01.11.1981. | 06.08.2007. | 47.00 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 48 | Vehicles With Regard To The Installation of Lighting and Light-Signalling Devices Naredba o homologaciji vozila s obzirom na ugradbu uređaja za osvjetljavanje i svjetlosnu signalizaciju | 01.01.1981. | 04.11.2008. | 48.01 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 49 | Compression Ignition (C.I.) Engines and Vehicles Equipped With C.I. Engines With Regard To The Emissions of Pollutants By The Engine Naredba o homologaciji motora s kompresijskim paljenjem i vozila opremljena tim motorima s obzirom na štetnu emisiju iz motora | 15.04.1982. | 13.08.2008. | Nova vozila (EURO IV i V) 49.03 Rabljena vozila (EURO II i III) 49.02 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 50 | Front Position Lamps, Rear Position Lamps, Stop Lamps, Direction Indicators and Rear-Registration-Plate Illuminating Devices For Mopeds, Motor Cycles and Vehicles Treated As Such Naredba o homologaciji prednjih i stražnjih pozicijskih svjetala, kočnih svjetala, pokazivača smjera i svjetla za osvjetljavanje stražnje registarske pločice za mope, motocikle i vozila koja se mogu smatrati takvim | 01.06.1982. | 20.05.2009. | 50.00 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 51 | Motor Vehicles Having At Least Four Wheels With Regard To Their Noise Emissions Naredba o homologaciji motornih vozila s najmanje četiri kotača s obzirom na emisije buke | 15.07.1982. | 16.04.2007. | 51.02 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 52 | Construction of Small Capacity Public Service Vehicles Naredba o homologaciji malih autobusa za prijevoz putnika (konstrukcijske značajke) | 01.11.1982. | 15.02.2008. | Nova vozila 52.01 Rabljena vozila 52.00 | OSTALO |

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | URH na snazi za | Kategorija |
|-------------|---|-------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 53 | Motor Cycles With Regard To The Installation of Lighting and Light-Signalling Devices Naredba o homologaciji motocikala s obzirom na ugradbu uređaja za osvijetljavanje i svjetlosnu signalizaciju | 01.02.1983. | 04.11.2008. | 53.00 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 54 | Pneumatic Tyres For Commercial Vehicles and Their Trailers Naredba o homologaciji guma za gospodarska vozila i njihove prikolice | 01.03.1983. | 14.12.2004. | 54.00 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 55 | Mechanical Coupling Components of Combinations of Vehicles Naredba o homologaciji mehaničkih dijelova spojnice za međusobno povezivanje cestovnih vozila | 01.03.1983. | 05.07.2002. | 55.00 | OSTALO |
| 56 | Headlamps For Mopeds and Vehicles Treated As Such Naredba o homologaciji glavnih svjetala za mopede | 15.06.1983. | 12.09.2001. | 56.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 57 | Headlamps For Motor Cycles and Vehicles Treated As Such Naredba o homologaciji glavnih svjetala za motocikle | 15.06.1983. | 05.12.2001. | 57.01 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 58 | I. Rear Underrun Protective Devices (RUPDs) II. Vehicles With Regard To The Installation of a RUPD of an Approved Type III. Vehicles With Regard To Their Rear Underrun Protection (RUP) Naredba o homologaciji uređaja za zaštitu od stražnjeg podljetanja, vozila s obzirom na ugradbu uređaja za zaštitu od stražnjega podljetanja homologiranog tipa te vozila s obzirom na zaštitu od stražnjeg podljetanja | 01.07.1983. | 10.09.2008. | 58.01 | PASIVNA SIGURNOST |
| 59 | Replacement Silencing Systems Naredba o homologaciji zamjenskih sustava za smanjenje buke | 01.10.1983. | 10.09.2006. | 59.00 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 60 | Two-Wheeled Motor Cycles and Mopeds With Regard To Driver-Operated Controls Including The Identification of Controls, Tell-Tales and Indicators | 01.07.1984 | 14.11.2006. | | OSTALO |

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | URH na snazi za | Kategorija |
|-------------|--|-------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 61 | Commercial Vehicles With Regard To Their External Projections Forward of The Cab's Rear Panel Naredba o homologaciji gospodarskih vozila s obzirom na njihove vanjske izbočine ispred stražnje stjenke kabine | 15.07.1984. | 14.11.2006. | 61.00 | PASIVNA SIGURNOST |
| 62 | Power-Driven Vehicles With Handlebars With Regard To Their Protection Against Unauthorized Use | 01.09.1984 | 14.11.2006. | | AKTIVNA SIGURNOST |
| 63 | Mopeds With Regard To Noise Naredba o homologaciji mopeda s dva kotača s obzirom na emisije buke | 15.08.1985. | 14.11.2006. | 63.00 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 64 | Vehicles Equipped With Temporary-Use Spare Wheels/Tyres | 01.10.1985 | 08.04.2008. | | AKTIVNA SIGURNOST |
| 65 | Uniform provision concerning the approval Special Warning Lamps For Motor Vehicles Naredba o homologaciji posebnih upozoravajućih svjetala za motorna vozila | 15.06.1986. | 04.11.2008. | 65.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 66 | Large Passenger Vehicles With Regard To The Strength of Their Superstructure | 01.12.1986. | 04.11.2008. | | PASIVNA SIGURNOST |
| 67 | Specific Equipment of Motor Vehicles Using Liquefied Petroleum Gases In Their Propulsion System Naredba o homologaciji motornih vozila s pogonom na tekući naftni plin | 01.06.1987. | 08.04.2008. | 67.00 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 68 | Uniform provision concerning the approval of Power-Driven Vehicles With Regard To The Measurement of The Maximum Speed | 01.05.1987. | 21.04.1997. | | AKTIVNA SIGURNOST |
| 69 | Rear Marking Plates For Slow-Moving Vehicles (By Construction) and Their Trailers Naredba o homologaciji ploča za označivanje sporih vozila | 15.05.1987. | 18.02.2009. | 69.01 | OSTALO |
| 70 | Rear Marking Plates For Heavy and Long Vehicles Naredba o homologaciji stražnjih ploča za označivanje teških i dugih vozila | 15.05.1987. | 19.02.2009. | 70.01 | OSTALO |

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | URH na snazi za | Kategorija |
|----------|--|----------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|
| 71 | Agricultural Tractors With Regard To The Driver's Field Of Vision | 01.08.1987. | 28.10.1987. | | AKTIVNA SIGURNOST |
| 72 | Motor Cycle Headlamps Emitting an Asymmetrical Passing Beam and a Driving Beam and Equipped With Halogen Lamps (HS ₁ Lamps) Naredba o homologaciji glavnih svjetala za motocikle s asimetričnim dugim i s kratkim svjetlosnim snopom s halogenim HS1 žaruljama | 15.02.1988. | 05.12.2001. | 72.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 73 | Goods Vehicles, Trailers and Semi-Trailers With Regard To Their Lateral Protection Naredba o homologaciji teretnih motornih vozila, prikolica i poluprikolica s obzirom na njihovu bočnu zaštitu | 01.01.1988. | 15.01.2008. | 73.00 | PASIVNA SIGURNOST |
| 74 | Mopeds With Regard To The Installation of Lighting and Light-Signalling Devices Naredba o homologaciji mopeda s obzirom na ugradbe uređaja za osvijetljavanje i svjetlosnu signalizaciju | 15.06.1988. | 04.11.2008. | 74.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 75 | Pneumatic Tyres For Motor Cycles and Mopeds Naredba o homologaciji guma za vozila na dva ili tri kotača | 01.04.1988. | 08.04.2008. | 75.00 | OSTALO |
| 76 | Headlamps For Mopeds Emitting a Driving Beam and a Passing Beam Naredba o homologaciji glavnih svjetala za mopede s dugim i kratkim svjetlosnim snopom | 01.07.1988. | 06.12.2001. | 76.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 77 | Parking Lamps For Power-Driven Vehicles Naredba o homologaciji parkirnih svjetala za motorna vozila | 30.09.1988 | 04.11.2008. | 77.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 78 | Category L With Regard To Braking Naredba o homologaciji vozila kategorije L s obzirom na kočenje | 15.10.1988. | 15.04.2009. | 78.01 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 79 | Vehicles With Regard To Steering Equipment Naredba o homologaciji vozila s više od tri kotača s obzirom na uređaje za upravljanje | 01.12.1988. | 20.01.2006. | 79.01 | AKTIVNA SIGURNOST |

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | URH na snazi za | Kategorija |
|-------------|--|-------------------------|--------------------------|--|----------------------|
| 80 | Seats of Large Passenger Vehicles and of These Vehicles With Regard To The Strength of The Seats and Their Anchorages | 23.02.1989. | 05.09.2007. | | PASIVNA SIGURNOST |
| 81 | Rear-View Mirrors of Two-Wheeled Power-Driven Vehicles With or Without Side Car, With Regard To The Mounting of Rear-View Mirrors On Handlebars Naredba o homologaciji retrovizora i motornih vozila na dva kotača s bočnom prikolicom ili bez nje s obzirom na ugradbu retrovizora | 01.03.1989. | 07.08.2007. | 81.00 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 82 | Moped Headlamps Equipped With Filament Halogen Lamps (HS ₂) Naredba o homologaciji glavnih svjetala za mopede s halogenim HS2 žaruljama | 17.03.1989. | 06.12.2001. | 82.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 83 | Vehicles With Regard To The Emission of Pollutants According To The Emission of Pollutants According To Engine Fuel Requirements Naredba o homologaciji vozila s obzirom na emisije štetnih spojeva u skladu s gorivom koje koristi motor | 05.11.1989. | 04.11.2009. | EURO II 83.02 EURO III 83RI-05 EURO IV 83RII-05 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 84 | Power-Driven Vehicles Equipped With Internal Combustion Engines With Regard To The Measurement of Fuel Consumption Naredba o homologaciji putničkih vozila opremljenih motorima s unutrašnjim izgaranjem s obzirom na mjerenje potrošnje goriva | 15.7.1990. | 30.08.1991. | 84.00 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 85 | Internal Combustion Engines Intended For The Propulsion of Motor Vehicles of Categories M and N With Regard To The Measurement of The Net Power Naredba o homologaciji motora s unutarnjim izgaranjem ili elektropogonskih uređaja namijenjenih za pogon motornih vozila kategorija M i N, s obzirom na mjerenje netto snage elektropogonskih uređaja | 15.09.1990. | 12.07.2005. | 85.00 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 86 | Agricultural or Forestry Tractors With Regard To The Installation of Lighting and Light-Signalling Devices | 15.02.1996. | 04.11.2008. | | SVJETLOSNA OPREMA |

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | URH na snazi za | Kategorija |
|-----------|--|----------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|
| 87 | Daytime Running Lamps For Power-Driven Vehicles Naredba o homologaciji svjetala za vožnju po danu za motorna vozila | 01.11.1990. | 04.11.2008. | 87.00 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 88 | Retroreflective Tyres For Two-Wheeled Vehicles | 10.04.1991. | 27.09.1993. | | AKTIVNA SIGURNOST |
| 89 | I. Vehicles With Regard To Limitation of Their Maximum Speed | | | | |
| | II. Vehicles With Regard To The Installation of a Speed Limitation Device (SLD) of an Approved Type | | | | |
| | III. Speed Limitation Devices (SLD) Naredba o homologaciji vozila s obzirom na ograničenje njihove najveće brzine, ugradbu uređaja za ograničenje brzine (SLD) homologiranog tipa te uređaja za ograničenje brzine (SLD) | 01.10.1992. | 14.08.2002. | 89.00 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 90 | Replacement Brake Lining Assemblies For Power-Driven Vehicles and Their Trailers Naredba o homologaciji zamjenskih sklopova kočnih obloga za motorna vozila i njihove prikolice | 01.11.1992. | 12.04.2009. | 90.01 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 91 | Side-Marker Lamps For Motor Vehicles and Their Trailers Naredba o homologaciji bočnih svjetala za označavanje motornih vozila i njihovih prikolica | 15.10.1993. | 04.11.2008. | 91.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 92 | Replacement Exhaust Silencing Systems (RESS) For Motor Cycles Naredba o homologaciji zamjenskih ispušnih sustava za smanjenje buke za motocikle, mopede ili vozila na tri kotača | 01.11.1993. | 14.11.2006. | 92.00 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 93 | I. Front Underrun Protective Devices (FUPDs) II. Vehicles With Regard To The Installation of an FUPD of an Approved Type III. Vehicles With Regard To Their Front Underrun Protection (FUP) Naredba o homologaciji naprave za zaštitu od prednjeg podljetanja, vozila s obzirom na ugradbu naprave za zaštitu od prednjeg podljetanja homologiranig tipa te vozila s obzirom na njegovu zaštitu od prednjeg podljetanja | 27.2.1994. | 17.07.2009. | 93.00 | PASIVNA SIGURNOST |

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | URH na snazi za | Kategorija |
|------------|--|----------------------|-----------------------|-----------------|----------------------|
| 94 | Vehicles With Regard To The Protection of The Occupants In The Event of a Frontal Collision Naredba o homologaciji vozila s obzirom na zaštitu putnika u slučaju čelnog sudara | 01.10.1995. | 20.03.2008. | 94.01 | PASIVNA SIGURNOST |
| 95 | Vehicles With Regard To The Protection of The Occupants In The Event of a Lateral Collision Naredba o homologaciji vozila s obzirom na zaštitu putnika u slučaju bočnog sudara | 06.07.1995. | 21.02.2005. | 95.01 | PASIVNA SIGURNOST |
| 96 | Compression Ignition (C.I.) Engines To Be Installed In Agricultural and Forestry Tractors With Regard To The Emissions of Pollutants By The Engine | 15.12.1995. | 08.04.2008. | | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 97 | Vehicle Alarm Systems (VAS) and Motor Vehicles With Regard To Their Alarm Systems (AS) | 01.01.1996. | 08.08.2007. | | AKTIVNA SIGURNOST |
| 98 | Motor Vehicle Headlamps Equipped With Gas-Discharge Light Sources Naredba o homologaciji glavnih svjetala za motorna vozila sa svjetlosnim izvorima s izbojem u plinu | 15.04.1996. | 16.10.2009. | 98.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 99 | Gas-Discharge Light Sources For Use In Approved Gas-Discharge Lamp Units of Power-Driven Vehicles Naredba o homologaciji svjetlosnih izvora s izbojem u plinu za uporabu u homologiranim svjetlima s takvim svjetlosnim izvorima za motorna vozila | 15.04.1996. | 24.02.2009. | 99.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 100 | Battery Electric Vehicles With Regard To Specific Requirements For The Construction and Functional Safety | 23.08.1996. | 07.05.2002. | | PASIVNA SIGURNOST |
| 101 | Passenger Cars Equipped With an Internal Combustion Engine With Regard To The Measurement of The Emission of Carbon Dioxide and Fuel Consumption Naredba o homologaciji osobnih automobila opremljenih motorom s unutarnjim izgaranjem s obzirom na mjerenje emisije ugljičnoga dioksida i potrošnje goriva te vozila kategorije M1 i N1 s elektropogonom s obzirom na mjerenje potrošnje električne energije | 01.01.1997. | 09.11.2009. | 101.00 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 102 | I. A Close-Coupling Device (CCD) II. Vehicles With Regard To The Fitting of an Approved Type of CCD | 13.12.1996. | 28.01.1997. | | OSTALO |

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | URH na snazi za | Kategorija |
|-------------|--|-------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 103 | Replacement Catalytic Converters For Power-Driven Vehicles Naredba o homologaciji zamjenskih katalizatora za motorna vozila | 23.02.1997. | 07.06.2005. | 103.00 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 104 | Uniform provisions concerning approval of retro-reflective markings for heavy and long vehicles and their trailers Naredba o homologaciji retrorefleksnih oznaka za duga i teška vozila i njihove prikolice | 15.01.1998. | 07.08.2008. | 104.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 105 | Uniform provisions concerning the approval of vehicles intended for the carriage of dangerous goods with regard to their specific constructional features Naredba o homologaciji vozila namijenjenih za prijevoz opasnih tvari s obzirom na njihove posebne konstrukcijske značajke | 07.05.1998. | 08.08.2007. | 105.00 | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 106 | Uniform provisions concerning the approval of pneumatic tyres for agricultural vehicles and their trailers Naredba o homologaciji pneumatiskih guma za poljoprivredna vozila i njihove prikolice | 07.05.1998. | 30.09.2009. | 106.00 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 107 | Uniform provisions concerning the approval of double-deck large passenger vehicles with regard to their general construction | 18.06.1998. | 18.06.2009. | | AKTIVNA SIGURNOST |
| 108 | Uniform provisions concerning the approval for the production of retreaded pneumatic tyres for motor vehicles and their trailers Naredba o homologaciji proizvodnje obnovljenih guma za osobne automobile | 23.06.1998. | 12.07.2005. | 108.00 | AKTIVNA SIGURNOST |
| 109 | Uniform provisions concerning the approval for the production of retreaded pneumatic tyres for commercial vehicles and their trailers Naredba o homologaciji proizvodnje obnovljenih guma za gospodarska vozila i njihove prikolice | 23.06.1998. | 15.01.2008. | 109.00 | AKTIVNA SIGURNOST |

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | URH na snazi za | Kategorija |
|-------------|---|-------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 110 | Uniform provisions concerning the approval of: I. specific components of motor vehicles using compressed natural gas (CNG) in their propulsion system; II. vehicles with regard to the installation of specific components of an approved type for the use of compressed natural gas (CNG) in their propulsion system | 28.12.2000. | 30.10.2009. | | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 111 | Uniform provisions concerning the approval of tank vehicles of categories n and o with regard to rollover stability | 28.12.2000. | 30.09.2009. | | AKTIVNA SIGURNOST |
| 112 | Uniform provisions concerning the approval of motor vehicle headlamps emitting an asymmetrical passing beam or a driving beam or both and equipped with filament lamps Naredba o homologaciji glavnih svjetala za motorna vozila za asimetrični kratki svjetlosni snop i/ili dugi svjetlosni snop, sa žaruljama sa žarnom niti | 21.09.2001. | 04.11.2008. | 112.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 113 | Uniform provisions concerning the approval of motor vehicle headlamps emitting a symmetrical passing beam or a driving beam or both and equipped with filament lamps Naredba o homologaciji glavnih svjetala za motorna vozila za simetrični kratki snop i/ili dugi svjetlosni snop, sa žaruljama sa žarnom niti | 21.09.2001. | 04.11.2008. | 113.00 | SVJETLOSNA OPREMA |
| 114 | Uniform provisions concerning the approval of: I. An airbag module for replacement airbag system II. A replacement steering wheel equipped with an airbag module of an approved type III. A replacement airbag system other than that installed in a steering wheel <i>Naredba o homologaciji zamjenskih zračnih jastuka kao samostalni moduli te zamjena cijelog sklopa upravljača s modulom zračnog jastuka</i> | 01.02.2003. | 02.07.2003. | | PASIVNA SIGURNOST |

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | URH na snazi za | Kategorija |
|-------------|--|-------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 115 | Uniform provisions concerning the approval of: I. Specific LPG (liquefied petroleum gas) retrofit systems to be installed in motor vehicles for the use of LPG in their propulsion system II. Specific CNG (compressed natural gas) retrofit systems to be installed in motor vehicles for the use of LPG in their propulsion system <i>Naredba o homologaciji vozila koji kao pogonsko gorivo koriste ukapljeni naftni plin i komprimirani prirodni plin</i> | 12.12.2003. | 07.08.2008. | | OSTALO |
| 116 | Uniform technical prescriptions concerning the protection of motor vehicles against unauthorized use <i>Naredba o homologaciji uređaja za zaštitu vozila od neovlaštene uporabe (krađe)</i> | 18.04.2005. | 10.02.2009. | | AKTIVNA SIGURNOST |
| 117 | Uniform provisions concerning the approval of tyres with regard to rolling sound emissions and to adhesion on wet surfaces <i>Naredba o homologaciji guma s obzirom na buku kotrljanja i količinu prijanjanja na mokrim podlogama</i> | 15.06.2007. | 18.06.2009. | | ZAŠTITA OKOLIŠA |
| 118 | Uniform technical prescriptions concerning the burning behaviour of materials used in the interior construction of certain categories of motor vehicles <i>Naredba o homologaciji i uvjeta gorivih svojstva materijala za interijer određenih kategorija vozila</i> | 06.04.2005. | 20.04.2005. | | PASIVNA SIGURNOST |
| 119 | Uniform provisions concerning the approval of cornering lamps for power-driven vehicles <i>Naredba o homologaciji okretnih svjetala (svjetla koja prate zakret upravljača)</i> | 06.04.2005. | 30.10.2009. | | AKTIVNA SIGURNOST |
| 120 | Uniform provisions concerning the approval of internal combustion engines to be installed in agricultural and forestry tractors and in non-road mobile machinery, with regard to the measurement of the net power, net torque and specific fuel consumption <i>Naredba o homologaciji motornih pogona koji se koriste u necestovne svrhe (poljoprivredne svrhe) te njihovo mjerenje snage i potrošnje goriva</i> | 06.04.2005. | 21.04.2005. | | ZAŠTITA OKOLIŠA |

| ECE R No | Naziv (ENGL /HR) | Godina prvog izdanja | Godina zadnje izmjene | URH na snazi za | Kategorija |
|--|---|-------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------|
| 121 | Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to the location and indetification of hand controls, tell-tales and indicators <i>Naredba o homologaciji smještaja i označavanja ručica za uključivanje, kontrolnih svjetiljaka i pokazivača smjera</i> | 22.02.2006. | 04.11.2008. | | AKTIVNA SIGURNOST |
| 122 | Uniform provisions concerning the approval of vehicles of categories M,N and O with regard to their heating systems <i>Naredba o homologaciji sustava grijanja kod vozila kategorije M, N, O</i> | 23.02.2006. | 30.10.2009. | | OSTALO |
| 123 | Uniform provisions concerning the approval of adaptive front-lighting systems (AFS) for motor vehicles <i>Naredba o homologaciji svjetala s promjenjivim intenzitetom i dometom snopa (AFS svjetla)</i> | 06.04.2007. | 16.04.2009. | | SVJETLOSNA OPREMA |
| 124 | Uniform provisions concerning the approval of wheels for passenger cars and their trailers <i>Naredba o homologaciji kotača za osobna vozila i poluprikolice (kategorije M₁, M₂, O₁, O₂)</i> | 22.03.2007. | 19.03.2009. | | OSTALO |
| 125 | Uniform provisions concerning the approval of motor vehicles with regard to the forward field of vision of the motor vehicle driver <i>Naredba o homologaciji motornih vozila s obzirom na količinu prednjeg vidnog polja vozača</i> | 30.01.2008. | 08.04.2008. | | AKTIVNA SIGURNOST |
| 126 | Uniform provisions concerning the approval of partitioning systems to protect passengers against displaced luggage, supplied as non original vehicle equipment <i>Naredba o homologaciji vozila s obzirom na sigurnost putnika od naleta prtljage koja nije standardni dio opreme vozila</i> | 17.01.2008. | 28.01.2009. | | PASIVNA SIGURNOST |
| Napomena: Norme koje su napisane kurzivom su neslužbeni prijevodi te se kao takvi još ne primjenjuju u Republici Hrvatskoj. Kategorije normi: aktivna sigurnost, pasivna sigurnost, svjetlosna oprema, zaštita okoliša i ostalo. | | | | | |

4. Pregled i struktura ECE R22.05 pravilnika

Pravilnik ECE R22 je tijekom vremena mijenjan i nadopunjavao tako da njegova posljednja inačica nosi oznaku ECE R 22.05. U Republici Hrvatskoj na snazi je nešto starija (a time i manje zahtjevna) razina Pravilnika s oznakom ECE R 22.04 (NN 58/00-1307). To znači da se u Republiku Hrvatsku smiju uvoziti i prodavati kacige odobrene u skladu s ECE R 22.04 ili ECE R 22.05. Ispitivanje čiji će se rezultati prihvatiti kao važeći u smislu homologacije mogu izvoditi samo laboratoriji ovlašteni tj. prihvaćeni od strane ECE, koji se u tom slučaju nazivaju Tehnički servisi (engl. *Technical services*).

Laboratorije u pojedinim državama ovlašćuju nadležna tijela (u Republici Hrvatskoj: Državni zavod za mjeriteljstvo). U Hrvatskoj uvjet za dobivanje ovlaštenja je akreditacija laboratorija (dokaz o usklađenosti ispitnih postupaka s normama). Pravilnik ECE R 22.05, uz same postupke ispitivanja kacige, definira i postupak prijave za akreditiranje laboratorija (potrebno je ispuniti obrazac koji je dostupan na internet stranici UNECE-a engl. *United Nations Economic Commission for Europe*, kategorija *Transport/Vehicle Regulations*), uvjete provjeravanja sukladnosti proizvodnje, homologacijske oznake i dokumente potrebne za ispitivanje. Sadržajno, pravilnik ECE R22.05, je podijeljen na 16 poglavlja. Prvo izdanje pravilnika ispitivanja kaciga stupilo je na snagu 16.10.1995. godine (tadašnja verzija ECE R22.01). Do danas je imao 4 temeljite promjene koje su se uglavnom odnosile na kriteriji ispitivanja, odnosno zadovoljavajuće vrijednosti ispitivanja. Trenutno aktualna verzija R22.05 pravilnika stupila je na snagu 24.9.2002. godine.

Nakon zaprimljene prijave za akreditaciju laboratorija za ispitivanje kaciga i vizora, nadležni službenici UNECE-a moraju u zakonskom roku od 30 dana izvršiti provjeru ispitne opreme prema pravilniku. Ukoliko je prijava odbijena, tj. laboratorij i popratna oprema nisu u skladu s pravilnikom, službeno izvješće mora biti dostavljeno u roku od 14 dana od dana ispitivanja. U tom izvješću moraju jasno biti objašnjeni razlozi odbijene prijave.

Tablica 4.1. Prikaz ispitivanja prema ECE-R22.05 pravilniku s uvjetima za zadovoljavanje ispitivanja.

| Ispitivanje | Uvjeti za zadovoljavanje ispitivanja | Poglavlje | Vrsta ispitivanja |
|---|--|-----------|-------------------|
| Način i uvjeti izlaganja kacige | Utjecaj otapala, utjecaj promjenjivih okolišnih uvjeta, izlaganje visokim i niskim temperaturama, izlaganje UV zrakama u vlažnim uvjetima. | 5.1. | Nerazorno |
| Apsorpcija energije sudara | <ul style="list-style-type: none"> Izmjera akcelerometra unutar kacige ne smije biti $> 275 \text{ g}$ HIC (engl. Head Injury Criterion) ne smije biti > 2400 Kaciga se u niti kojem slučaju ne smije odvojiti od „umjetne glave“ | 5.2. | Razorno |
| Ispitivanje kacige na abraziju | <ul style="list-style-type: none"> Za čelični nakovanj: $F < 2500 \text{ N}$ Za aluminijski brusni list: $F < 3500 \text{ N}$ | 5.3. | Razorno |
| Test krutosti kacige | Za iznos sile pritiska $F=630 \text{ N}$ u vremenskom trajanju od $t=120 \text{ s}$ maksimalna dozvoljena deformacija kacige je 40 mm (u longitudinalnom i transverzalnog smjeru). | 5.4. | Razorno |
| Dinamička izdržljivost sustava vezanja kacige | Maksimalni dozvoljeni pomak u opterećenom stanju je 35 mm , a u rasterećenom stanju 25 mm . | 5.5. | Nerazorno |
| Test zakretanja kacige | Maksimalni dozvoljeni zakret referentne ravnine kacige u odnosu na horizontalu je 30° . | 5.6. | Nerazorno |
| Proklizavanje sustava vezivanja kacige | Maksimalno dozvoljeno iskliznuće je 10 mm . | 5.7. | Nerazorno |
| Mehanizam za regulaciju nagiba vizora | Minimalni otklon između horizontalne ravnine i zajedničke osi vizora je 5° . | 5.8.1. | Nerazorno |
| Vidno polje kacige | Definiranje horizontalnog i vertikalnog polja (slika 5.13., 5.14. i 5.15.) | 5.8.2. | Nerazorno |
| Prozirnost vizora i vidljivost spektra boja | Za područje valnih duljina od 500 do 650 nm , standardnog izvora svjetla (iluminat) $D65$, mora biti zadovoljen uvjet $\tau_v(\lambda) \geq 0.2 \cdot \tau_v$. | 5.9. | Nerazorno |
| Raspršivanje svjetla | <p>Maksimalne dozvoljene vrijednosti difuzije svjetla:</p> <ul style="list-style-type: none"> Prije abrazije: $0.65 \text{ cd/m}^2/\text{l}$ Nakon abrazije: $5.0 \text{ cd/m}^2/\text{l}$ | 5.10. | Nerazorno |
| Prepoznavanje svjetlosnih signala | <p>Relativno optičko prigušenje (Q):</p> <ul style="list-style-type: none"> $Q \geq 0.80$ za crvena i žuta signalna svjetla $Q \geq 0.60$ za zelena signalna svjetla $Q \geq 0.40$ za plava signalna svjetla | 5.11. | Nerazorno |
| Indeks loma svjetlosti | <p>Dozvoljene vrijednosti indeksa loma svjetlosti:</p> <ul style="list-style-type: none"> Za sferični efekt 0.12 Za astigmatičan efekt 0.12 Prizmatičan efekt $1.00; 0.25; 0.25$ | 5.12. | Nerazorno |
| Mehanička svojstva vizora | Provjera oštrosti krhotine (kut vrha $< 60^\circ$). | 5.13. | Razorno |
| Otpornost vizora na ogrebotine | Nakon abrazije potrebno je izvršiti ispitivanje prozirnosti i difuzije svjetla. | 5.14. | Razorno |

5. Ispitivanja kacige prema ECE-R22.05 pravilniku

Svaki tip kacige, s vizirom ili bez, ukoliko ide na tržište trebao bi biti podvrgnut ispitivanjima. Pravilo je, da se najvećoj kacigi od pojedinog modela ispituje čvrstoća i krutost dok se za ispitivanje kvalitete vezica i sigurnosnih kopči odabire veličina kacige koja odgovara najnepovoljnijim uvjetima ispitivanja. Zatim se uzimaju po dvije kacige manje veličine istog modela. Jedna od tih dvaju modela (iste veličine) kaciga podvrgava se ispitivanjima pri minimalnim odnosno druga pri maksimalnoj temperaturi. Na svaku od njih, neovisno o temperaturi izlaganja, će se provesti ispitivanje udarca o nakovanj pri slobodnom padu (tablica 5.1).

Tablica 5.1. Broj testiranih kaciga u ovisnosti o vrsti ispitivanja.

| Test | Broj testiranih kaciga | | | | Ukupno |
|----------------------------|--|---|--|--|----------|
| | Utjecaj otpala i promjenjivih okolišnih uvjeta | Utjecaj otapala i izlaganje visokim temperaturama | Utjecaj otapala i izlaganje niskim temperaturama | Utjecaj otapala i izlaganje UV zrakama | |
| Apsorpcija energije sudara | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 |
| Test krutosti | 2 | | | | 2 |
| Test zakretanja kacige | 1 | | | | 1 |
| | | | | | 8 |

Ispitivanja se mogu podijeliti na razorna i nerazorna (tablica 4.1.):

- Razorna: apsorpcija energije sudara, ispitivanje kacige na abraziju, test krutosti kacige, mehanička svojstva vizora, otpornost na ogrebotine vizora
- Nerazorna: utjecaj otapala, utjecaj promjenjivih okolišnih uvjeta, izlaganje visokim i niskim temperaturama, izlaganje UV zrakama u vlažnim uvjetima, dinamička izdržljivost vezica, test zakreta kacige, proklizavanje vezica kacige, ispitivanje vidnog polja, prozirnost vizora, raspršivanje svjetla, prepoznavanje svjetlosnih signala, indeks loma svjetlosti

5.1. Načini i uvjeti izlaganja kacige

Utjecaj otapala

Potrebno je pamučnu krpu (površine približno 150 mm²) namočiti s 25 ml posebnog otapala (prema normi ISO 1817:1985 4 engl. *Determination of the effect of liquids* TC 45/SC 2) te nanijeti na površinu kacige. Po mogućnosti u području spoja vezice i same kacige gdje je mogućnost oštećenja najveća. Tako namočenu krpu držati na istom području 10 sekunda. Ukoliko kaciga posjeduje zaštitu za donji dio lica također nanijeti jednaku količinu otapala na nju. Nakon što je kaciga namočena otapalom potrebno ju je ostaviti na okolišnim uvjetima 30 minuta, a zatim provjeriti stanje namočenih površina. Da bi kaciga zadovoljila na ispitivanje ne smije doći do nikakve promjene, što bi trebalo biti uočljivo golim okom.

Utjecaj promjenjivih okolišnih uvjeta

Kacigu je potrebno ostaviti da stoji u prostoriji s kontrolom okolišnih uvjeta. Mora odstajati 4 sata pri promjenjivoj temperaturi od 5 °C do 25 °C i promjenjivom vlagom od 5% do 65% bez ikakvih trajnih deformacija na kacigi.

Izlaganje visokim temperaturama

Kacigu je potrebno izložiti 4 do 6 sati na temperaturu od 50°C (+/- 2 °C). Na kacigi ne smiju biti nikakve trajne deformacije i oštećenja.

Izlaganje niskim temperaturama

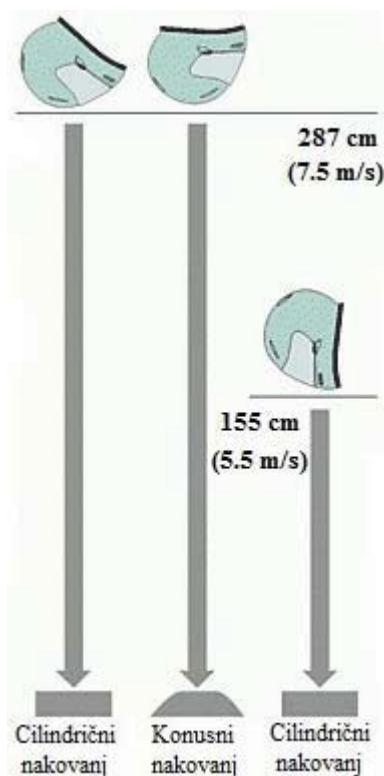
Kacigu je potrebno izložiti 4 do 6 sati na temperaturu od -20°C (+/- 2 °C). Na kacigi ne smiju biti nikakve trajne deformacije i oštećenja.

Izlaganje UV zrakama u vlažnim uvjetima

Vanjski dio kacige mora obasjavati 125 W ksenon-kvarcna žarulja 48 sati s udaljenosti od 25 cm. Tijekom tog izlaganja potrebno je prskati kacigu vodom svakih 4 do 6 sati u količini od 1 l. Nakon ispitivanja na kacigi ne smiju biti nikakve trajne deformacije i oštećenja.

5.2. Apsorpcija energije sudara

Ispitivanje ponašanja kacige prilikom sudara o nepomičnu podlogu (nakovanj) se vrši nakon svih provedenih ispitivanja s promjenjivim okolišnim uvjetima. Količinu energije koju kaciga primi od nakovnja (postolje) ovisi o njenom ubrzanju koju dobije slobodnim padom (odnosno o samoj visini s koje se ispušta kaciga). Kaciga i uteg (u daljem tekstu „umjetna glava“) su pričvršćeni za metalne vodilice koje omogućavaju precizno vođenje kacige prilikom slobodnog pada kako bi točno udarila u označene točke na kacigi.

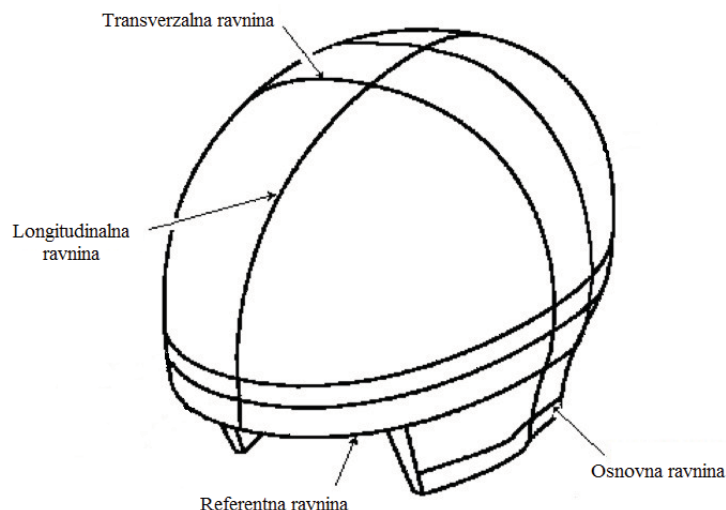


Slika 5.1. Visine i način udara kacige o nakovanj.

Unutar kacige nalazi se akcelerometar koji mjeri iznos sile ubrzanja dok se s vanjske strane mora mjeriti brzina objekta 10 do 60 mm prije udarca o nakovanj uređaja. Visina s koje se pušta kaciga, tijekom kontroliranog slobodnog pada, mora omogućiti postizanje brzine kacige od 7.5 m/s ($h=2870$ mm) za cilindričan i konusan nakovanj te 5.5 m/s ($h=1550$ mm) za ispitivanje donjeg djela kacige ukoliko kaciga posjeduje zaštitu za čeljust.

5.2.1. Pozicioniranje i označavanje točaka udara kacige

Prilikom ispitivanja kacige nužno mora biti privezana „umjetna glava“ koja je standardizirana. Za definiranje točaka udara potrebno je prvo identificirati i postaviti ravnine kacige (slika 5.2. i slika 5.16.).



Slika 5.2 Identifikacija ravnina kacige.

Točke udara koje se označavaju na kacigi:

B, u prednjem djelu kacige, na vertikalnoj ravnini s odklonom 20° od točke Z poviše ravnine AA'

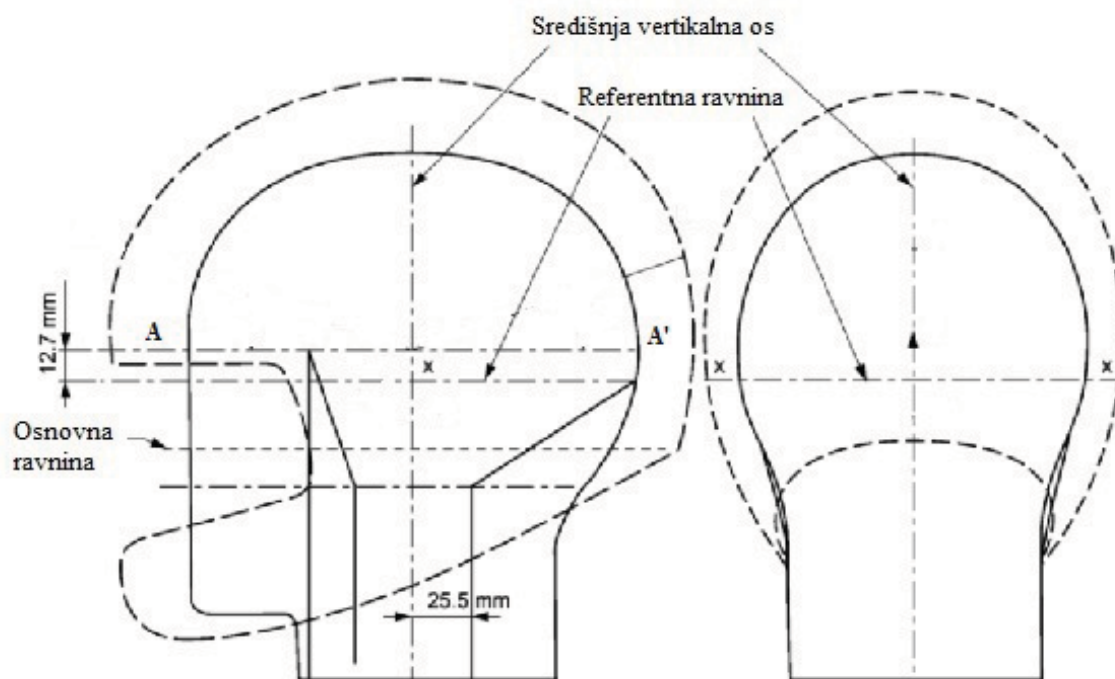
X, na lijevoj ili desnoj bočnoj strani kacige 12.7 mm ispod ravnine AA'

R, na stražnjem dijelu kacige, na vertikalnoj ravnini s odklonom 20° od točke Z poviše ravnine AA'

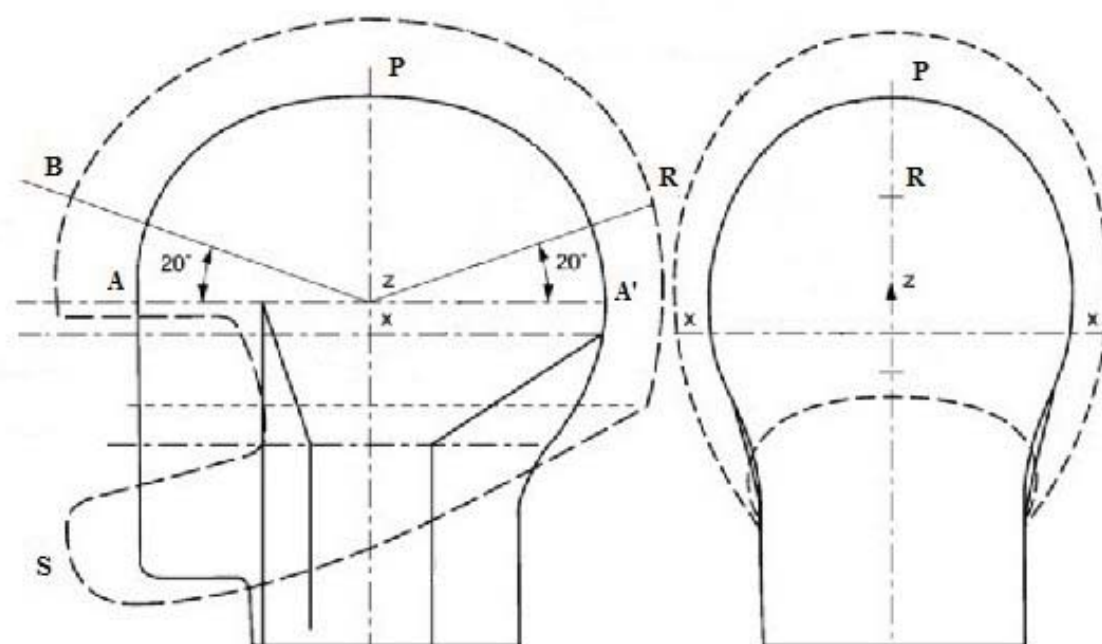
P, bilo gdje unutar kružnice radijusa 100 mm na tjemenu kacige (središnja vertikalna os je referentna)

S, bilo gdje na donjem djelu kacige ukoliko kaciga posjeduje zaštitu za čeljust

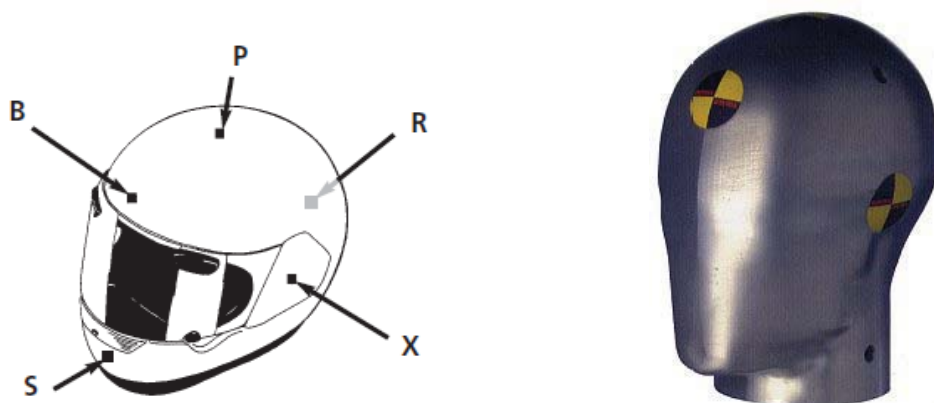
Točke **B**, **X** i **R** trebaju biti unutar 10 mm radijusa definirane točke. Ispitivanja sudara se moraju izvršiti unutar pet minutnog roka nakon što je izvršeno ispitivanje s promjenjivim okolišnim uvjetima.



Slika 5.3. Identifikacija ravnina.



Slika 5.4. Identifikacija točaka udara.



Slika 5.5. Lijevo: točke udara u prostornom prikazu. Desno: „umjetna glava“.

„Umjetna glava“

Tablica 5.2. Opće karakteristike "umjetnih glava".

| Oznaka | Veličina-opseg [cm] | Masa (kg) |
|--------|---------------------|----------------|
| A | 50 | 3.1 (+/- 0.10) |
| E | 54 | 4.1 (+/- 0.12) |
| J | 57 | 4.7 (+/- 0.14) |
| M | 60 | 5.6 (+/- 0.16) |
| O | 62 | 6.1 (+/- 0.18) |

5.2.2. Uređaj

Sam uređaj sastoji se od:

1. Nakovnja koji je vijčano učvršćen za postolje
2. Sustav s vodilicama za kontrolirani slobodni pad
3. Pomični nosač za kacigu vezanu s „umjetnom glavom“
4. Ispitni (mjerni) uređaji
5. Sustav za promjenu nagiba i položaja kacige prema referentnim točkama sudara

Postolje

Postolje, minimalne mase od 500 kg, mora biti tako izvedeno da ne smije imati nikakve strukturalne deformacije prilikom ispitivanja kaciga. Nakovanj je vijčano vezan za postolje.

Nakovanj

Postoje dvije vrste nakovnja: cilindrični i konusni. Nakovanj izrađen u cilindričnom obliku s ravnom čeonom površinom mora imati promjer 130 mm. Dok konusni nakovanj ima stranice s vanjskim kutom od 105°. Visina konusnog nakovnja mora biti najmanje 50 mm, dok je promjer donje osnovice ne smije biti manji od 125 mm.

Sustav s vodilicama

Sustav mora biti takav da njegove karakteristike ne utječu bitno na mjerenja. Stvarni mjerni podaci mogu odstupati maksimalno 5% od teoretskih vrijednosti.

Ispitni uređaji

Akcelerometar koji se koristi tijekom ispitivanja za mjerenje sile ubrzanja mora izdržati minimalnih 2000 g bez oštećenja. Njegova masa može iznositi maksimalno 50 g. Kako bi se mjerenja izvršila pravovaljano preporučljivo je da se mjerni uređaji povežu s elektromagnetskim držačem koji otpušta kacigu.

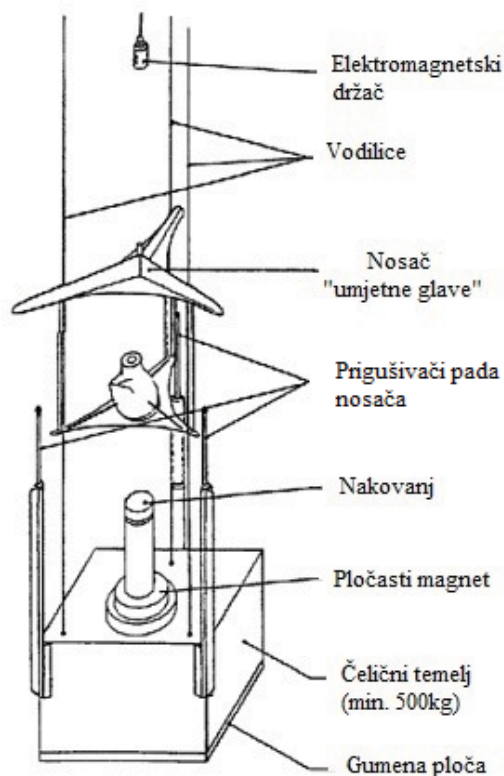
Uvjeti za zadovoljavanje ispitivanja apsorpcije energije sudara

Kaciga zadovoljava test apsorpcije energije sudara ako mjerač iznosa akceleracije unutar kacige ne pokaže vrijednost veću od 275 g i HIC (engl. *Head Injury Criterion*) vrijednost ne pređe 2400 g. Kaciga se ne smije u niti kojem slučaju odvojiti od „umjetne glave“.

$$HIC = \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \int_{t_1}^{t_2} a(t) dt \right]^{2.5} \cdot (t_2 - t_1) \quad [1]$$

a – rezultatno ubrzanje [m/s^2]

t_1, t_2 – vrijeme tokom sudara kacige o nakovanj [s] (od prvog dodira do odvajanja kacige od nakovnja)



Slika 5.6. Shematski prikaz uređaja za ispitivanje apsorpcije energije sudara.

5.2.3. Redoslijed točaka udara

Svaki test slobodnog pada mora se izvršiti četiri puta u određene točke označene na kacigi i to u redoslijedu B, X, P i R. Ako kaciga posjeduje zaštitu donjeg djela lica (točka S) onda se ona ispituje na kraju i to isključivo s cilindričnim nakovnjem.

Tablica 5.3. Kombinacija uvjeta izlaganja kacige i vrste nakovnja za ispitivanje energije sudara.

| Načini izlaganja kacige | Vrsta nakovnja * |
|---------------------------------------|-------------------------------|
| Utjecaj promjenjivih okolišnih uvjeta | Cilindričan i konusan |
| Izlaganje visokim temperaturama | Konusan ** |
| Izlaganje niskim temperaturama *** | Cilindričan ** |
| Izlaganje UV zraka u vlažnim uvjetima | Cilindričan i konusan (izbor) |

*Točku S samo ispitivati s cilindričnim nakovnjem.

**Samo za kacige najveće veličine. Za manje veličine slobodan je izbor nakovnja.

***Samo pojedine kacige koje su izložene niskim temperaturama se testiraju u točki S.

5.3. Ispitivanje kacige na abraziju

Sile koje nastaju prilikom testiranja kacige na abraziju dijele se na silu udara (prvi kontakt s nakovnjem) te silu trenja (tangencijalna komponenta). Sile nastaju udarcem o koso postavljeni nakovanj. Trenje se mjeri posebnim uređajima, postavljenim u podnožju uređaja, cijelom dužinom nakovnja. U obzir, kao kriterij uspješnosti testa, se uzimaju vršni iznosi sila te integralni iznosi s obzirom na pravilnikom određeno vrijeme trajanja djelovanje sile. U odnosu na kacigu uzima se odgovarajuća veličina „umjetne glave“. Maksimalna sila kojom se priteže kaciga o „umjetnu glavu“ može iznositi 50 N. Vezivanje kacige se može vršiti vlastitim vezicama kacige ili dodatnim ukoliko je to potrebno. Kaciga se mora postaviti tako da njena referentna ravnina s vertikalnom osi „umjetne glave“ zatvara kut od 90°. Udarana točka koja je prethodno označena markerom na kacigi mora biti točno vertikalno iznad naličja nakovnja.

Kaciga mora biti testirana u izvornim uvjetima u kakvima se nalazi na tržištu, što znači ukoliko kaciga posjeduje vizor mora biti testirana s njim u zatvorenom položaju ili primjerice dodatni dovodi i odvodi zraka koji također moraju biti montirani na kacigi. Područje kacige koje se želi testirati je proizvoljno. Visina, koju pravilnik ECE R22.05 zahtjeva da se kaciga pušta slobodnim padom, je tolika da netom prije udarca (do 30 mm udaljenosti) o nakovanj brzina iznosi 8.5 m/s ($v^2=2 \cdot g \cdot h$, $h \approx 3.6$ m). Ispitivanje na istoj kacigi se može provoditi nekoliko puta, na različitim područjima kacige, te svaki put kaciga mora zadovoljiti.

Uređaj

Uređaj se okvirno treba sastojati od:

1. Nakovnja koji je vijčano učvršćen za postolje uređaja
2. Sustav s vodicama za kontrolirani slobodni pad
3. Pomični nosač za kacigu vezanu s „umjetnom glavom“
4. Sustav za centriranje kacige u odnosu na točku udara tj. naličje nakovnja
5. Ispitni (mjerni) uređaji
6. Odgovarajuću apsorbirajuću podlogu i zaštitnu mrežu kako bi se spriječilo dodatno oštećenje kacige

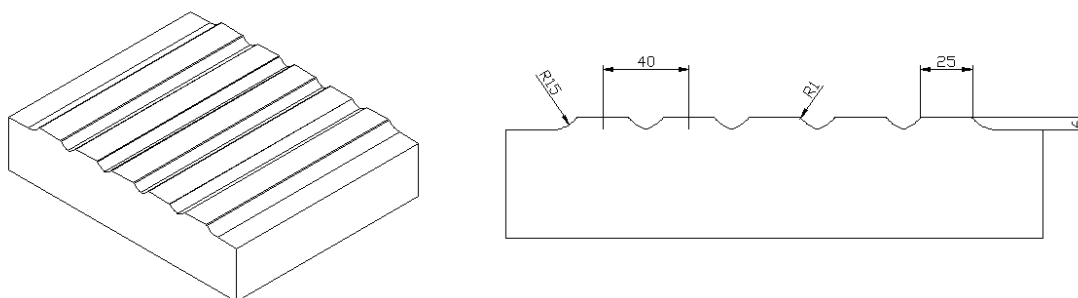
Postolje

Postolje, minimalne mase od 500 kg, mora biti tako izvedeno da ne smije imati nikakve strukturalne deformacije prilikom ispitivanja kacige. Nakovanj je vijčano vezan za postolje.

Nakovanj

Nakovanj mora biti tako postavljen da s vertikalnom osi uređaja zatvara kut od 15° s mogućnošću ručnog namještanja. Minimalna širina nakovnja mora iznositi 200 mm te je njegova izvedba moguća na dva načina:

- a) Pločasti nakovanj izrađen od čelika. Na sebi mora imati minimalno 5 rebara izrađenih iz istog obradnog materijala. Razmak između svakog rebra je minimalno 40 mm. Visina rebra mora biti 6 mm dok širina mora iznositi 25 mm. Na vrhu rebra mora se izvršiti zaobljenje od 1 mm dok pri dnu mora biti 15 mm. Nakovanj je potrebno termički obraditi postupkom cementiranja na dubinu od oko 0.5 mm. Ovakav tip nakovnja pogodan za ispitivanje ravnijih dijelova kacige (manje promjene radijusa zakrivljenja).



Slika 5.7. Čelični nakovanj za ispitivanje abrazije kacige.

- b) Abrazivni (brusni) list izrađen od aluminijevog oksida granulacije 80 s minimalnom širinom od 225 mm. Brusni list mora biti sigurno učvršćen za postolje kako ne bi došlo do iskliznuća. Ovakav tip nakovnja pogodan je kod ispitivanja abrazije na područjima gdje su veće promjene radijusa zakrivljenja kacige te na spojevima dvaju djela različitog materijala.

Sustav s vodicama

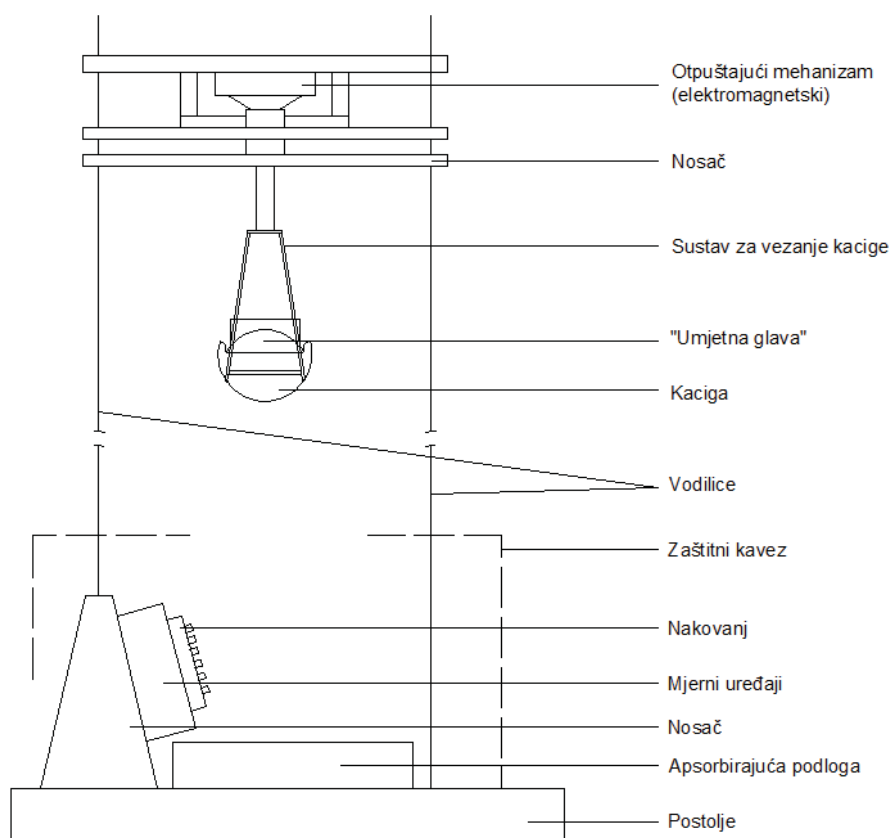
Sustav mora biti takav da njegove karakteristike ne utječu bitno na mjerenja. Stvarni mjerni podaci mogu odstupati maksimalno 5% od teoretskih vrijednosti.

Ispitni uređaji

Uređaji postavljeni, koji mjere sile, na nakovnju uređaja moraju izdržati udarce do 20 000 N. Frekvencija prikupljanja (engl. *data acquisition*) mjernih rezultata mora biti u skladu s normom ISO 6487:1980 (*Passive safety crash protection system – Measurement techniques in impact test – Instrumentation* TC 22/SC12).

Uvjeti za zadovoljavanje ispitivanja na abraziju

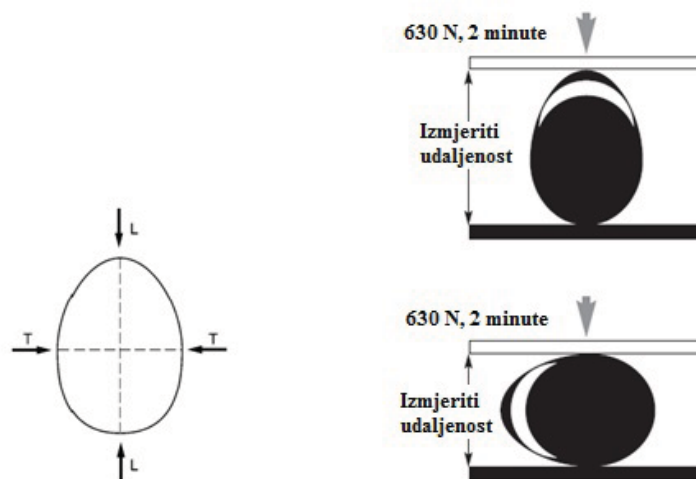
Uvjeti za zadovoljavanje testa su ovisni o vrsti nakovnja koji se koristi. Tako rezultati za čelični nakovanj moraju biti takvi da maksimalna sila izmjerena ne smije prelaziti 2500 N dok integralni iznos sile u odnosu na vremensku konstantu ne smije prelaziti 12.5 Ns. Za aluminijski brusni list kao nakovanj vršna sila ne smije prelaziti 3500 N dok integralni iznos sile u odnosu na vremensku konstantu ne smije prelaziti 25 Ns. Granične vrijednosti, prema pravilniku ECE R22.05, maksimalno dozvoljene sile odnosno impulsa sile odnose se za sve točke ispitivanja na kacigi.



Slika 5.8. Shematski prikaz uređaja za ispitivanje abrazije kacige.

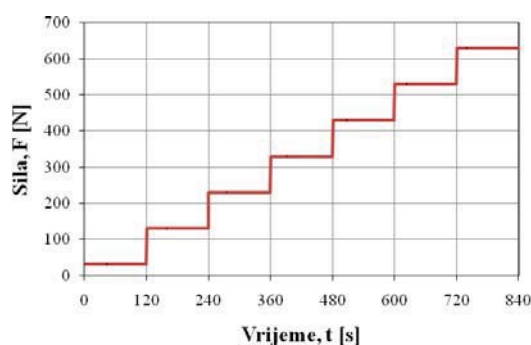
5.4. Test krutosti kacige

Nakon ispitivanja pri promjenjivim okolišnim uvjetima, kaciga se postavlja između dvije paralelne hidraulički pokretane metalne ploče. Između ploča kaciga se može postaviti transversalno (TT os) ili longitudinalno (LL os). Površina ploče mora biti dovoljno velika da kaciga promjera 650 mm (veličina O „umjetne glave“) stane u potpunosti između ploča.



Slika 5.9. Shematski prikaz ispitivanja krutosti kacige (opterećenja) transversalno (T-T) i longitudinalno (L-L).

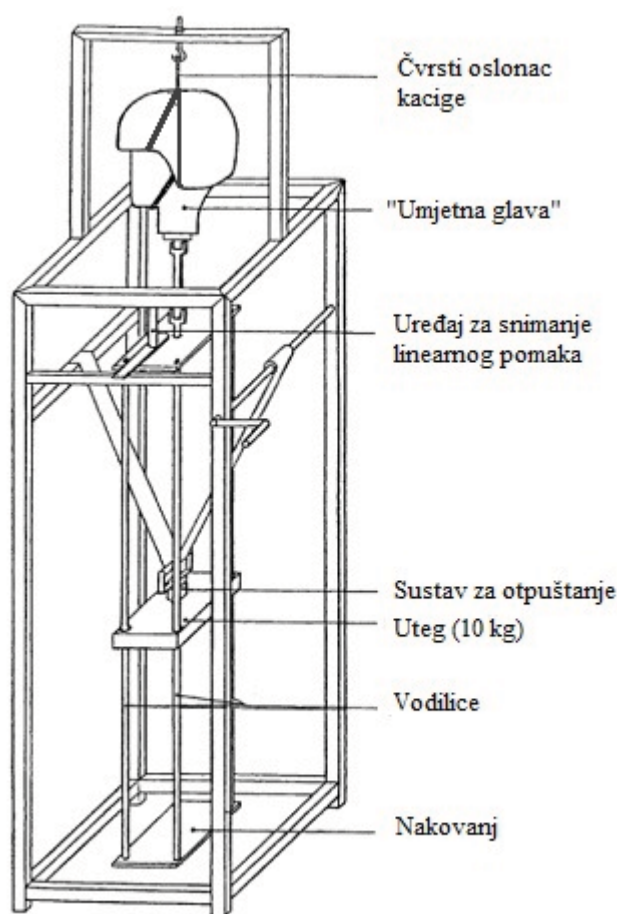
Početna vrijednost pritiska ploča mora biti 30 N pri minimalnoj brzini pomicanja ploče od 20 mm/min. Nakon dvije minute potrebno je izmjeriti udaljenost između ploča. Zatim se opterećenje povećava za 100 N pri istoj brzini pomicanja ploča i ponovno takvo stanje održavati dvije minute (slika 5.10.). Nakon čega je potrebno opet izmjeriti udaljenost između ploča. Postupak se nastavlja linearno svakih slijedećih 100 N do maksimalne vrijednosti 630 N. Zasebno se kacige testiraju na longitudinalni i transversalni pritisak. Pri maksimalnom opterećenju, u oba smjera, deformacija kacige ne smije biti veća od 40 mm.



Slika 5.10. Dijagramski prikaz promjene opterećenja pri ispitivanju krutosti kacige.

5.5. Dinamička izdržljivost sustava vezanja kacige

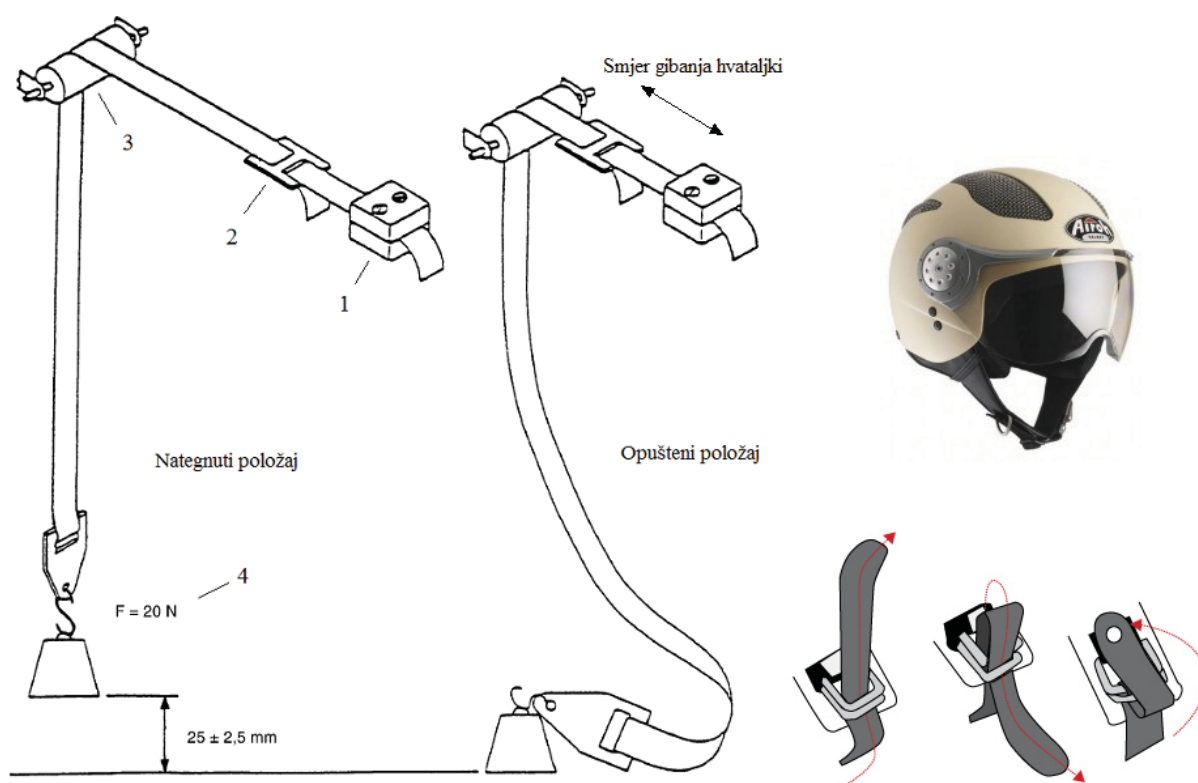
Kacigu je potrebno objesiti za tjemeni dio. Na „umjetnu glavu“, koja je zavezana za kacigu, vezan je sustav s vodicama i uređaj za mjerenje pomaka „umjetne glave“ od kacige. Ukupna masa vodilice, nakovnja i „umjetne glave“ mora biti 15 kg što odgovara predopterećenju sustava. Zatim se na vodilice postavlja dodatna masa od 10 kg koja se veže na „umjetnu glavu“. Postavljenu dodatnu masu (uteg mase 10 kg) je potrebno pustiti slobodnim padom s visine od 750 mm. Maksimalni dozvoljeni pomak „umjetne glave“ od kacige je 35 mm. Nakon što se ukloni uteg te se sustav vrati na predopterećeno stanje (15 kg) pomak ne smije biti veći od 25 mm.



Slika 5.11. Shematski prikaz uređaja za ispitivanje dinamičke izdržljivosti sustava vezanja kacige.

5.7. Proklizavanje sustava za vezivanje kacige

Uređaj (slika 5.13.) za provedbu ispitivanja proklizavanja sustava za vezanje kacige se sastoji od hvataljke koja je pomična u horizontalnoj ravnini, rotirajućeg valjka (minimalnog promjera 20 mm) i utega mase 2 kg. Hvataljka koja je automatski upravljana mora imati horizontalni hod od 50 mm te frekvenciju gibanja između 0.5 Hz i 2 Hz. Uzorak vezice koji se ispituje mora biti minimalno 300 mm dug uključujući i sustav za pritezanje koji dolazi s kacigom. Jedan kraj se učvršćuje u kliješta, dok se na drugi kraj veže uteg mase 2 kg, prelazeći preko rotirajućeg valjka. Prije nego što se pokrene stroj vezica se tako centrira na kliješta da kad se kliješta nalaze na središnjici svoje putanje uteg dodiruje podlogu. Stroj mora odraditi minimalno 500 ciklusa te se zatim izmjeri iskliznuće vezice i sustava za pritezanja kacige. Maksimalno dozvoljeno iskliznuće je 10 mm.



Slika 5.13. Lijevo: Shematski prikaz uređaja za ispitivanje proklizavanja sustava za vezivanje kacige (1-pomična kliješta, 2-sustav za pritezanje, 3-rotirajući valjak, 4-uteg). Desno: princip spajanja vezice na kacigu.

5.8. Ispitivanje kvalitete vizora

Potrebno je uzeti deset vizora istog modela kacige kako bi se podvrgnuli nizu ispitivanja kako je prikazano u tablici. Ovlašteni laboratorij (Tehnička služba, engl. *Technical services*) odgovoran za provedbu homologacijskog ispitivanja dužan je zadržati jedan vizor netaknut kao arhivu. Vizor mora biti pričvršćen na kacigu tako da ga je moguće jednostavno skidati te jednim pokretom ruke podizati i spuštati. Međutim, ukoliko kaciga ne posjeduje zaštitu donjeg dijela lica, a posjeduje vizor on ne treba biti pokretan. Ali u tom slučaju na kacigi mora postojati informacija na kacigi kako vizor nije pokretan.

Tablica 5.4. Broj ispitanih kaciga u ovisnosti o vrsti ispitivanja.

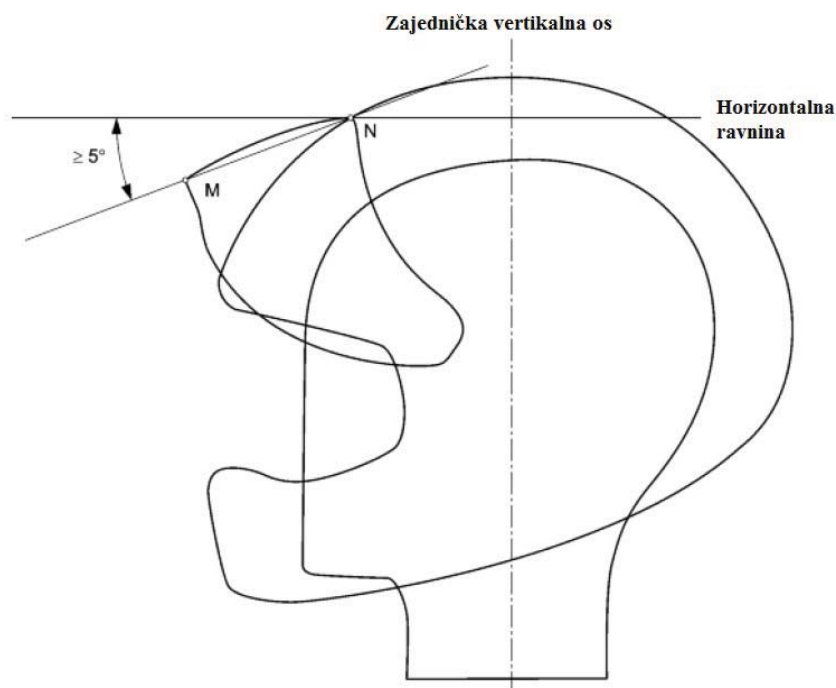
| Ispitivanje | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Ukupno |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|--------|
| Vidno polje kacige | X | | | | | | | | | | 1 |
| Prozirnost (vidljivost) vizora | | | | | | | | | | | 3 |
| Raspršivanje (difuzija) svjetla | X | X | X | | | | | | | | |
| Prepoznavanje svjetlosnih signala | | | | | | | | | | | |
| Vidljivost spektra boja | | | | | | | | | | | |
| Indeks loma svjetlosti | | | | X | X | X | | | | | 3 |
| Protuzamagljivanje | | | | | | | | X | X | X | 3 |
| Mehanička svojstva vizora | | | | X | X | X | | | | | 3 |
| Optička svojstva i otpornost na ogrebotine | X | X | X | | | | | | | | 3 |

Napomena: Ispitivanje prepoznavanja svjetlosnih signala se može zanemariti ukoliko je koeficijent prozirnosti vizora iznad 80%.

Prije ikakvog ispitivanja navedenog u tablici 5.4. potrebno je izvršiti izlaganje vizora ultraljubičastim zrakama u vlažnim uvjetima, istim kakvim je podvrgnuta sama kaciga.

5.8.1. Mehanizam za spuštanje i dizanje vizora

Vizor mora biti u sukladnom stanju prema slici kada je maksimalno podignut.

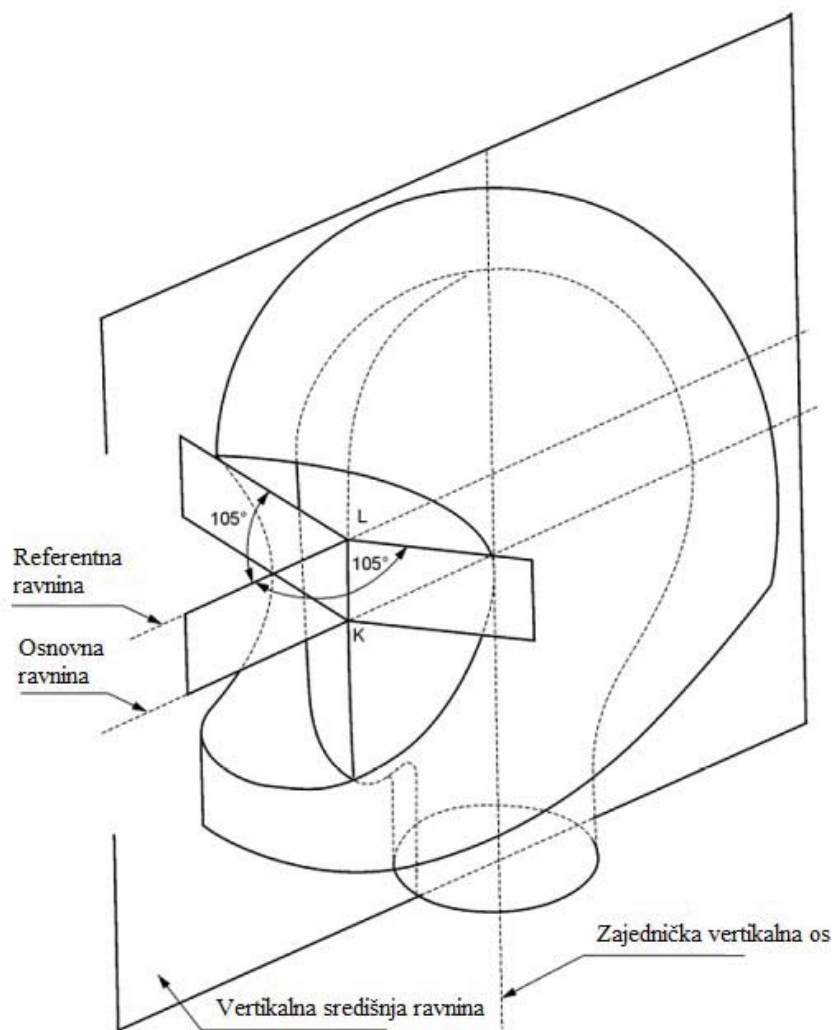


Slika 5.14. Ispitivanje kuta otvaranja vizora.

Sekanta MN prolazi rubnim točkama vizora te s horizontalnom linijom mora zatvarati kut od minimalno 5° .

5.8.2. Vidno polje kacige

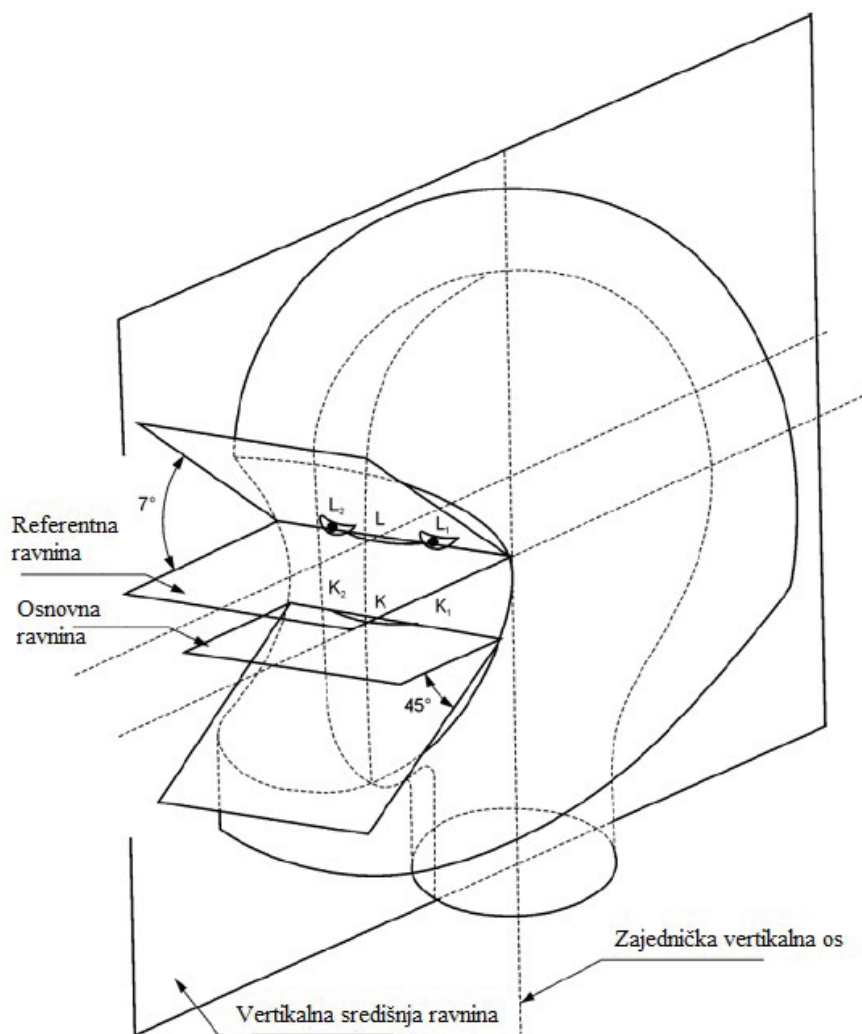
Vizor kacige ne smije sadržavati nijedan dio koji bi bio odgovoran za smanjenje perifernog vida vozača kada je u podignutoj poziciji. Kada je vizor u spuštеноj poziciji njegovi rubovi, gornji i donji, ne smiju ulaziti u vidno polje vozača. Element koji služi za manevriranje vizora ukoliko se nalazi unutar vidnog polja mora biti smješten u donjem dijelu vizora te njegova površina mora biti približno 1.5 cm^2 , s tim da visina tog elementa može biti maksimalno 10 mm. Sam element mora biti proziran i jednakih svojstava kao ostatak vizora. Ukoliko se element nalazi izvan vidnog polja njegova maksimalna dopuštena površina je 2 cm^2 , po mogućnosti s obje strane kacige.



Slika 5.15. Horizontalno vidno polje.

Definiranje horizontalnog vidnog polja

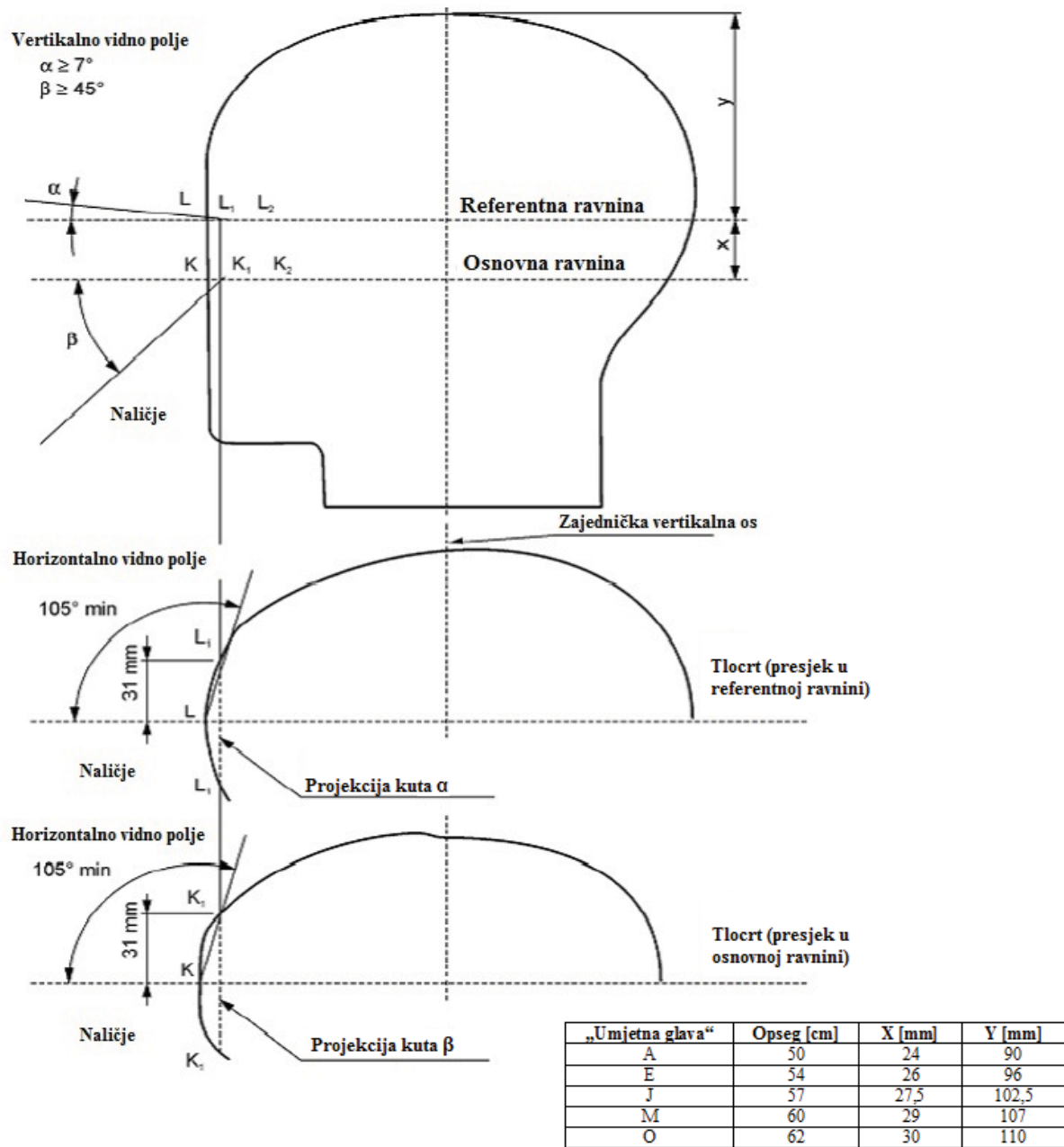
Osnovnom ravninom se definira ravnina koja počinje od ušnih otvora te prolazi donjim dijelom očnih duplja. Referentna ravnina je funkcija veličine „umjetne glave“ tu se nalazi na polovici visine sklopa „umjetne glave“ i kacige. Uvijek se nalazi iznad osnovne ravnine, a njena udaljenost od osnovne ravnine upravo ovisi o veličini kacige odnosno veličini „umjetne glave“. Kut između longitudinalne vertikalne ravnine kacige i vertikalne središnje ravnine „umjetne glave“ ne smije biti manji od 105° . Pravac koji zatvaraju te dvije ravnine prolazi točkama L i K.



Slika 5.16. Vertikalno vidno polje.

Definiranje vertikalnog vidnog polja.

Osnovna ravnina glave označuje ravninu na razini otvora vanjskoga slušnog organa (vanjski otvor uha) i donjeg ruba očne šupljine (donji dio očne šupljine). Referentna ravnina označuje pomoćnu ravninu koja je usporedna s osnovnom ravninom modela glave na udaljenosti koja je ovisna o veličini modela glave (na polovici sklopa „umjetne glave“ i kacige). Točke L_1 i L_2 , koje se nalaze na referentnoj ravnini, predstavljaju oči vozača. Kut koji zatvara ravnina gornjeg dijela vidnog polja s referentnom ravninom ne smije biti manji od 7° ($\alpha \geq 7^\circ$), dok kut koji zatvara ravnina donjeg dijela vidnog polja s osnovnom ravninom ne smije biti manji od 45° ($\beta \geq 45^\circ$). Za razmak očiju, odnosno udaljenost L_1 do L_2 i K_1 do K_2 , određena je vrijednost 62 mm.



Slika 5.17. Definiranje referentne i osnovne ravnine „umjetne glave“ te kutovi između prostornih ravnina za definiranje vidnog polja.

5.9. Prozirnost (vidljivost) vizora i vidljivost spektra boja

Minimalni dozvoljeni iznos stupnja prozirnosti (vidljivosti) vizora je $\tau_v = 80 \%$, relativno s obzirom na standardni izvor svjetla (iluminat) D65 koji se koristi za ispitivanje prozirnosti vizora. Koeficijent prozirnosti može iznositi i ispod 80 % (minimalno 50 %), no onda na kacigi mora stajati informacija kako je kaciga samo za dnevnu uporabu. Test prozirnosti vizora i vidljivost spektra boja kroz vizor se mora izvršiti prije testa abrazije.



Slika 5.18. Simbol na kacigi koji označava samo dnevnu uporabu. Umjesto simbola može stajati i tekst „DAYTIME USE ONLY“.

Kod ispitivanja prozirnosti vizora, ali i svih drugih optičkih testova vizora, potrebno je uzeti tri komadića proizvoljno velike ali jednake površine s različitih dijelova vizora. Za ispitivanje vidljivosti spektra boja potrebno je prvo odrediti iznos prozirnosti vizora koristeći standardizirani izvor svjetla D65 (ISO/CIE 10526 engl. *CIE standard illuminants for colorimetry*) koji ima raspon valnih duljina svjetla od 380 do 780 nm.

Prozirnost vizora τ_v se određuje:

$$\tau_v = \frac{\int_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} S_{D65\lambda}(\lambda) \times V(\lambda) \times \tau_F(\lambda) \times d\lambda}{\int_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} S_{D65\lambda} \times V(\lambda) \times d\lambda} \quad [2]$$

$S_{D65\lambda}(\lambda)$ – spektralna distribucija radijacije izvora svjetla D65 prema ISO/CIE 10526 standardu

$V(\lambda)$ – funkcija vidljivosti spektra za dnevno svjetlo prema ISO/CIE 10527 (eng. *CIE standard colorimetric observers*)

$$\tau_{\text{sign}} = \frac{\int_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} S_{A\lambda}(\lambda) \times V(\lambda) \times \tau_F(\lambda) \times \tau_s(\lambda) \times d\lambda}{\int_{380\text{nm}}^{780\text{nm}} S_{A\lambda} \times V(\lambda) \times \tau_s(\lambda) \times d\lambda} \quad [3]$$

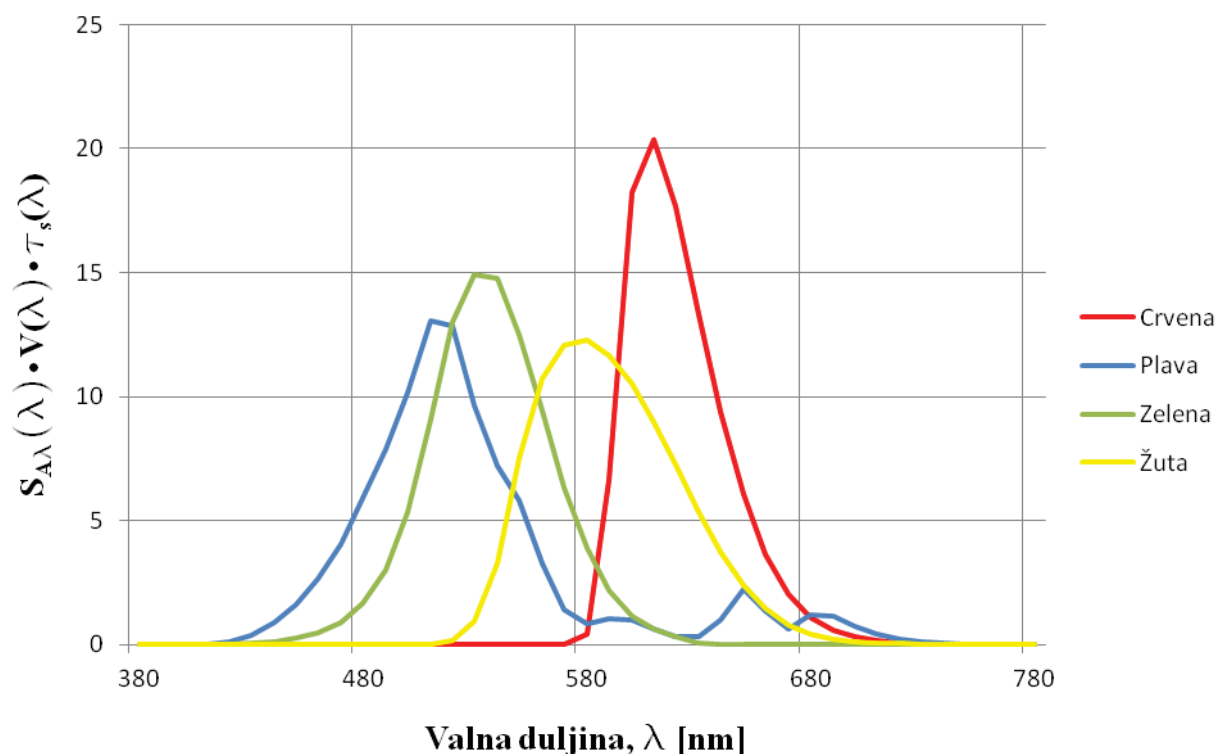
$S_{A\lambda}(\lambda)$ – spektralna distribucija radijacije prema CIE standardu izvora svjetla A (ili izvora svjetla od 3200 K što predstavlja plavo svjetlo) prema ISO/CIE 10526

$\tau_s(\lambda)$ – vidljivost spektra svjetla semafora (crveno, žuto, zeleno)

$\tau_v(\lambda)$ – vidljivost spektra vizora

U području 500 do 650 nm, valnih duljina standardnog izvora svjetla D65, mora biti zadovoljen uvjet vidljivosti spektra boja kroz vizor kacige:

$$\tau_v(\lambda) \geq 0.2 \cdot \tau_v \quad [4]$$



Slika 5.19. Dijagramski prikaz spektralne distribucije radijacije signalnih svjetala.

Tablica 5.5. Spektralna distribucija radijacije signalnih svjetala i standardnog izvora svjetla D65 prema normama ISO/CIE 10526 i ISO/CIE 10527 u ovisnosti o valnoj duljini.

| Valna duljina [nm] | $S_{A\lambda}(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot \tau_s(\lambda)$ | | | | $S_{D65\lambda}(\lambda) \cdot V(\lambda)$ |
|-----------------------|--|---------|---------|---------|--|
| | Crvena | Žuta | Zelena | Plava | |
| 380 | 0 | 0 | 0 | 0.0001 | 0 |
| 390 | 0 | 0 | 0 | 0.0008 | 0.0005 |
| 400 | 0 | 0 | 0.0014 | 0.0042 | 0.0031 |
| 410 | 0 | 0 | 0.0047 | 0.0194 | 0.0104 |
| 420 | 0 | 0 | 0.0171 | 0.0887 | 0.0354 |
| 430 | 0 | 0 | 0.0569 | 0.3528 | 0.0952 |
| 440 | 0 | 0 | 0.1284 | 0.8671 | 0.2283 |
| 450 | 0 | 0 | 0.2522 | 1.5961 | 0.4207 |
| 460 | 0 | 0 | 0.4852 | 2.6380 | 0.6888 |
| 470 | 0 | 0 | 0.9021 | 4.0405 | 0.9894 |
| 480 | 0 | 0 | 1.6718 | 5.9025 | 1.5245 |
| 490 | 0 | 0 | 2.9976 | 7.8862 | 2.1415 |
| 500 | 0 | 0 | 5.3553 | 10.1566 | 3.3438 |
| 510 | 0 | 0 | 9.0832 | 13.0560 | 5.1311 |
| 520 | 0 | 0.1817 | 13.0180 | 12.8363 | 7.0412 |
| 530 | 0 | 0.9515 | 14.9085 | 9.6637 | 8.7851 |
| 540 | 0 | 3.2794 | 14.7624 | 7.2061 | 9.4248 |
| 550 | 0 | 7.5187 | 12.4687 | 5.7806 | 9.7922 |
| 560 | 0 | 10.7342 | 9.4061 | 3.2543 | 9.4156 |
| 570 | 0 | 12.0536 | 6.3281 | 1.3975 | 8.6754 |
| 580 | 0.4289 | 12.2634 | 3.8967 | 0.8489 | 7.8870 |
| 590 | 6.6289 | 11.6601 | 2.1640 | 1.0155 | 6.3540 |
| 600 | 18.2382 | 10.5217 | 1.1276 | 1.0020 | 5.3740 |
| 610 | 20.3862 | 8.9654 | 0.6194 | 0.6396 | 4.2648 |
| 620 | 17.6544 | 7.2549 | 0.2965 | 0.3253 | 3.1619 |
| 630 | 13.2919 | 5.3532 | 0.0481 | 0.3358 | 2.0889 |
| 640 | 9.3843 | 3.7352 | 0 | 0.9695 | 1.3861 |
| 650 | 6.0698 | 2.4064 | 0 | 2.2454 | 0.8100 |
| 660 | 3.6464 | 1.4418 | 0 | 1.3599 | 0.4629 |
| 670 | 2.0058 | 0.7892 | 0 | 0.6308 | 0.2492 |
| 680 | 1.1149 | 0.4376 | 0 | 1.2166 | 0.1260 |
| 690 | 0.5590 | 0.2191 | 0 | 1.1493 | 0.0541 |
| 700 | 0.2902 | 0.1137 | 0 | 0.7120 | 0.0278 |
| 710 | 0.1533 | 0.0601 | 0 | 0.3918 | 0.0148 |
| 720 | 0.0742 | 0.0290 | 0 | 0.2055 | 0.0058 |
| 730 | 0.0386 | 0.0152 | 0 | 0.1049 | 0.0033 |
| 740 | 0.0232 | 0.0089 | 0 | 0.0516 | 0.0014 |
| 750 | 0.0077 | 0.0030 | 0 | 0.0254 | 0.0006 |
| 760 | 0.0045 | 0.0017 | 0 | 0.0129 | 0.0004 |
| 770 | 0.0022 | 0.0009 | 0 | 0.0065 | 0 |
| 780 | 0.0010 | 0.0004 | 0 | 0.0033 | 0 |
| Suma | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

5.10. Raspršivanje (difuzija) svjetla

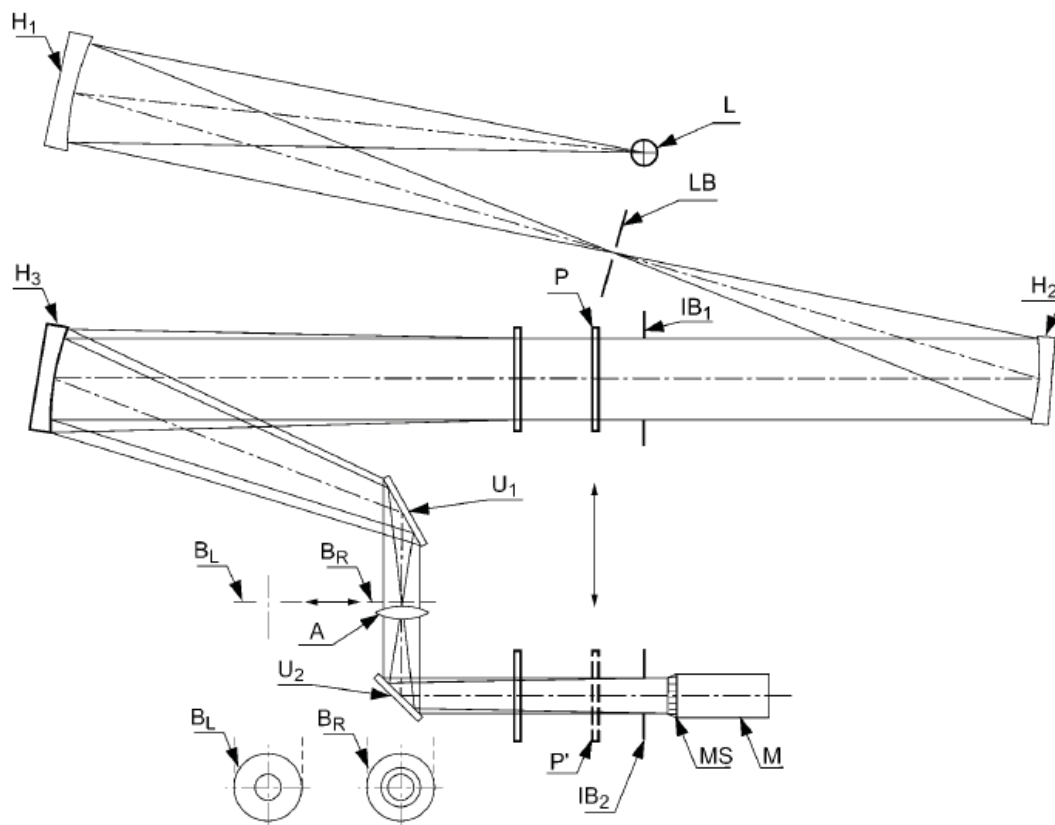
Kao prvi korak treba vizualno pregledati vizor kako na sebi ne imao nekakva oštećenja u smislu srhovi, mjehurići zraka, ogrebotine, rupe i slično. Vrijednosti nakon provedenog ispitivanja difuzije svjetla ne smiju prelaziti vrijednosti zadane u tablici 5.6.

Tablica 5.6. Maksimalno dozvoljene vrijednosti luminacije (sjaj izvora).

| Prije abrazije | Nakon abrazije |
|-----------------------|----------------------|
| 0.65 cd/m^2 | 5.0 cd/m^2 |

Kako se u ovom ispitivanju također koriste minimalno tri komadića djela vizora nužno je da vrijednosti mjerenja kod sva tri ispitna predmeta ne odstupaju više od 5% međusobno.

Metoda mjerenja difuzije svjetla i transmisijskog koeficijenta



Slika 5.20. Shematski prikaz aparatusa za mjerenje difuzije svjetla.

L – izvor svjetla; visokotlačna ksenon žarulja (npr. XBO 75 W)

H₁ – sferično konkavno zrcalo (žarišna duljina 150 mm; promjer 40 mm)

H₂ – sferično konkavno zrcalo (žarišna duljina 300 mm; promjer 40 mm)

H_3 – sferično konkavno zrcalo (žarišna duljina 300 mm; promjer 70 mm)

A – akromatska (bezbojna) leća (žarišna duljina 200 mm; promjer 30 mm)

U_1, U_2 – ravna zrcala

B_R – prstenasta dijafragma (vanjski promjer 21 mm; unutarnji promjer 15.75 mm)

B_L – kružna dijafragma (promjer leće 7.5 mm)

M – detektor s fotomultiplikacijskom cijevi (u ovisnosti $V(\lambda)$ s difuznim staklom MS)

IB_1 – iris blenda (dijafragma – promjenjiv promjer otvora blende, 40 mm)

IB_2 – iris blenda koja služi za korekciju IB_1 blende

LB – kružna dijafragma (promjer leće 1 mm)

P, P' – položaji vizora

Sferno zrcalo H_1 oblikuje sliku izvora svjetla na dijafragmu LB koja je ujedno žarišna ravnina i H_2 zrcala. Zatim, konkavno zrcalo H_3 formira sliku dijafragme LB na membrane B_L i B_R . Akromatska leća je postavljena odmah iza membrane zato da se na difuzno staklo MS pojavi umanjena slika testnog svjetla iz pozicije P. Slika iris dijafragme IB_1 se istovremeno formira i na IB_2 .

Mjerenja:

Vizor je potrebno prvo postaviti na poziciju P i staviti dijafragmu B_L na pripadajuće mjesto prema slici. Svjetlosni tok T_{1L} koji pada na detektor (na slici 5.20. označeno s M) odgovara neraspršenom svjetlu koje emitira izvor. Zatim je potrebno dijafragmu B_L zamijeniti s dijafragmom B_R . Svjetlosni tok T_{1R} koji pada na detektor, u takvoj poziciji, odgovara ukupnom raspršenom svjetlu.

Nakon toga vizor je potrebno postaviti u poziciju P'. Tada svjetlosni tok T_{2R} koji pada na detektor odgovara ukupnom raspršenom svjetlu koje dolazi od izvora. Pomicanjem vizora van svjetlosnog toka (bilo gdje između P i P' pozicija) te postavljanjem B_L dijafragme dobiva se svjetlosni tok T_{OL} koji odgovara ukupnom svjetlu koje dolazi od izvora.

$$\text{Stupanj prozirnosti: } \tau = \frac{T_{1L}}{T_{OL}} \cdot 100 \quad [5]$$

$$\text{Difuzija svjetla prije testa abrazije: } DB = 597 \cdot \frac{(T_{1R} - T_{2R})}{T_{1L}} \text{ cd/m}^2 \quad [6]$$

$$\text{Difuzija svjetla poslije testa abrazije: } DA = 597 \cdot \frac{(T_{1R} - T_{2R})}{T_{1L}} \text{ cd/m}^2 \quad [7]$$

5.11. Prepoznavanje svjetlosnih signala

Vizori moraju biti dovoljno prozirni te ne smiju u nikojem slučaju zbog svoje strukture uzrokovati distorziju slike. Također moraju biti otporni na abraziju i udarce te tumačenje boja svjetlosnih signala u prometu ne smije biti dvosmisleno. Ispitivanje prepoznavanja svjetlosnih signala se mora provesti prije testa na abraziju.

Relativno optičko prigušenje Q se računa prema:

$$Q = \frac{\tau_{\text{sign}}}{\tau_v} \quad [8]$$

τ_v – stupanj prozirnosti vizora s obzirom na standardni izvor svjetla (iluminat) D65 (ISO/CIE 10526) (vidi izraz [2])

τ_{sign} – stupanj prozirnosti vizora s obzirom na spektralnu distribuciju svjetla semafora (vidi izraz [3])

Relativno optičko prigušenje (Q), prema izrazu [8], mora zadovoljavati slijedeće uvjete:

- $Q \geq 0.80$ za crvena i žuta signalna svjetla
- $Q \geq 0.60$ za zelena signalna svjetla
- $Q \geq 0.40$ za plava signalna svjetla

Kod računanja vrijednosti relativnog optičkog prigušenja vrijednosti potrebno je koristiti podatke iz tablice 5.5.

5.12. Indeks loma svjetlosti

U tablici 5.7. se nalaze dozvoljene vrijednosti za izračunavanje indeksa loma svjetlosti mjereni kroz definirane točke gledišta. Točke gledišta predstavljaju oči čovjeka te se nalaze u referentnoj ravnini 31 mm lijevo i desno od središnje longitudinalne ravnine (slika 5.17.).

Tablica 5.7. Dozvoljene vrijednosti indeksa loma svjetlosti.

| Sferični efekt | Astigmatičan efekt | Prizmatični efekt | | |
|-----------------------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|------------------------|
| $\frac{D_1 + D_2}{2}$ m^{-1} | $ D_1 + D_2 $ m^{-1} | Horizontalno | | Vertikalno cm/m |
| | | Baza van cm/m | Baza unutra cm/m | |
| 0.12 | 0.12 | 1.00 | 0.25 | 0.25 |

Ispitivanje se vrši pomoću posebnog teleskopa koji u sebi sadrži tri vrste leća (za tri različita efekta navedena u tablici). Na teleskop se spaja vizor tako da se zamišljena točka gledišta na vizoru podudara s oznakom na leći teleskopa. Ispred teleskopa potrebno je namjestiti crnu ploču (slika 5.20.), na definiranu udaljenost, s definiranim prorezima (kao na slici 5.21.) dok je iza ploče izvor svjetla s promjenjivim intenzitetom svjetla.

Dimenzije proreza na crnoj ploči su:

1. prsten: vanjski promjer 23 mm, unutarnji promjer 22.4 mm
2. prsten: vanjski promjer 11 mm, unutarnji promjer 10.4 mm
3. krug (središnjica): promjer 0.6 mm
4. pravokutnici: dužina 20 mm, visina 2 mm, razmak između slijedećeg 2 mm



Slika 5.21. Crna ispitna ploča.

Teleskop na sebi ima ucrtanu skalu za svaku leću te ispitivač pokušava dobiti najoštriju sliku predmetne ploče. Nakon što se to postigne, očitaju se vrijednosti D_1 i D_2 napisane na teleskopu te prema formulama za sferični i astigmatični efekt dobiju vrijednosti indeksa loma svjetla kroz vizor. Postupak za prizmatičan efekt nije obavezan prema normi, te se za njegovo određivanje koristi potpuno drugi uređaj. Za teleskop je zahtjev da ima otvor objektiva minimalnog promjera 20 mm, te da je moguće povećanje između 10x i 30x.

5.13. Mehanička svojstva vizora

Za ispitivanje otpornosti vizora na udarce koristi se metoda drugačija od ispitivanja otpornosti kacige. Naime, kod testiranja kacige nakovanj je bio učvršćen na podlogu dok se kaciga puštala slobodnim padom s određene visine. Kod testiranja vizora postupak je obrnut. Kaciga stoji nepomično na podlozi nagnuta tako da uteg udara okomito na vizor. Sam uređaj se sastoji od dva utega (kao na slici 5.22.), jedan uteg mase 3 kg koji slobodnim padom s visine od 1 m pada na drugi manji uteg. Manji penetrirajući uteg je u obliku stošca s vršnim kutom od 60° , te je njegova masa 0.3 kg.



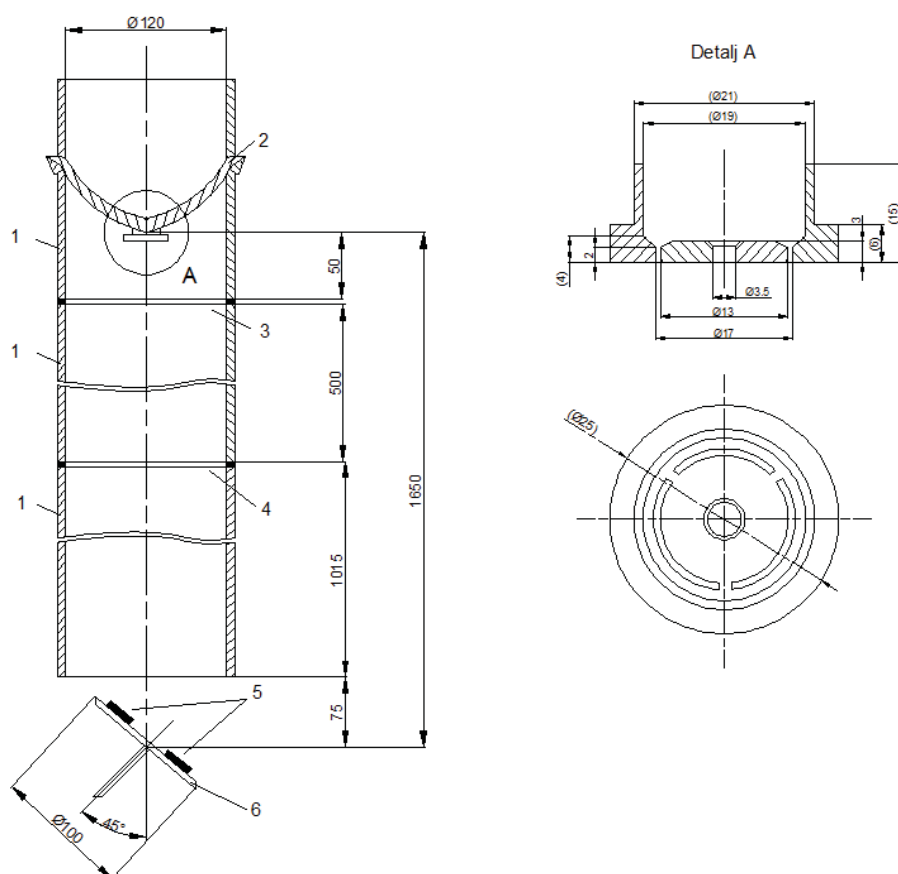
Slika 5.22. Ispitivanje mehaničkih svojstava vizora (penetrirajući test).

Uvjeti za zadovoljavanje ispitivanja mehaničkih svojstava vizora

1. Manji, konusni uteg nakon penetracije vizora se mora zaustaviti s minimalnom udaljenošću od 5 mm do „umjetne glave“.
2. Nakon puknuća vizora ne smiju nastati oštre krhotine. Oštrom krhotinom se smatra svaka krhotina kojoj je kut vrha manji od 60° .

5.14. Optička svojstva i otpornost na ogrebotine vizora

Potrebno je uzeti probni uzorak s ravnog dijela vizora u dimenzijama od 50x50 mm. Na probnom uzorku treba označiti koji dio pripada vanjskom djelu vizora. Zatim se probni uzorak mora oprati u vodi s 1% deterdženta te na kraju isprati destiliranom ili demineraliziranom vodom. Probni uzorak se zatim obriše lanenom krpom koja ne ostavlja masnoće i prašinu. Odmah nakon sušenja potrebno je izvršiti ispitivanja prozirnosti i difuzije svjetla kako je prikazano u prijašnjim poglavljima. Nakon toga se provodi ispitivanje na abraziju tako što se, prema normiranim uvjetima, ispaljuje 3 kg abrazivnog materijala u ispitni uzorak (slika 5.23.). Kao abrazivni materijal se koristi prirodni kvarc pijesak (veličina zrnca 0.50/0.70 mm ISO 565). Isti pijesak se može koristiti maksimalno deset puta. Kvarcni pijesak slobodnim padom s visine od 1650 mm pada na ispitni uzorak koji učvršćen na rotirajuću platformu. Platforma se rotira brzinom od 250 okr/min. Nakon provedenog testa na abraziju, predmetni uzorak se ispire na isti način kao i prije testa te se ponovno provodi ispitivanje prozirnosti i difuzije svjetla.

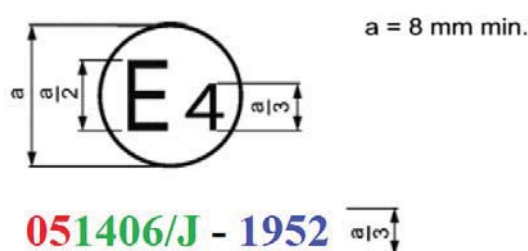


Slika 5.23. Uređaj za ispitivanje vizora na abraziju. Dijelovi: 1. PVC cijev 2. Spremnik s pijeskom 3. Gornje sito 4. Donje sito 5. Testni uzorak 6. Rotirajuća platforma.

6. Označavanje kacige prema ECE-R22.05 pravilniku

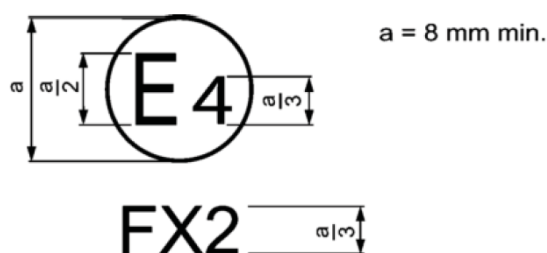
Proizvođač uz zahtjev za homologaciju kacige mora priložiti crteže modela kacige u mjerilu 1:1 te kratak opis kako je kaciga sastavljena i koji su se materijali koristili. Ukoliko je na kacigu pričvršćen vizor proizvođač mora dostaviti i dokumentaciju (također mjerilo 1:1) samog vizora, opis materijala koji su korišteni u izradi i način pričvršćivanja na kacigu. Proizvođač, kod atestiranja kaciga, mora dostaviti minimalno 20 kaciga iz kojih laboratoriji izabire 9 komada (jednu kacigu je laboratoriji nužan zadržati netaknutu). Dok kod ispitivanja vizora laboratoriji izabire 7 (+3 opcijske za test odmagljivanja vizora) vizora od minimalno 14 kojih je dostavio proizvođač.

Ukoliko je kaciga zadovoljila određene kriterije pravilnika ECE R22.05 potrebno ju je označiti na pripadajući način. Oznaka mora biti ušivena u sustav za vezivanje kacige. Nomenklatura oznake se razlikuje za kacigu i vizor, no zajedničko im je da oznaka E s pripadajućim kodnim brojem u krugu stoji za državu koja ima akreditirani ispitni laboratoriji za provođenje ispitivanja (primjerice E1-Njemačka, E2-Francuska, E3-Italija, E4-Nizozemska). Oznaka mora biti vidljiva i otporna na trošenje.



Slika 6.1. Homologacijska oznaka atestirane kacige.

Oznaka za homologiranu kacigu: *051406/J* – predstavlja broj odobrenog zahtjeva za određeni model kacige prema normi R22.05 dok *1952* (slika 6.1.) predstavlja serijski broj u proizvodnji.



Slika 6.2. Homologacijska oznaka atestiranog vizora.

Prve dvije znamenke (slika 6.1. crvena oznaka 05 od 051406/J) te oznake se odnose na razinu pravilnika po kojem je kaciga ispitana i odobrena pa tako 05 označava kacigu odobrenu po zadnjoj, najzahtjevnijoj varijanti pravilnika, 04 označava nižu razinu ali još uvijek prihvatljivu u Republici Hrvatskoj, a 03, 02 ili 01 označavaju neprihvatljivo niske uvjete odobravanja. Kacige s takvim, neprihvatljivim oznakama ne bi smjele biti ni uvezene ni prodavane u Republici Hrvatskoj. To nikako ne znači da se kacige oznaka 03, 02 ili 01 ne smiju koristiti, već samo da se kao nove ne smiju prodavati. Bilo kakva kaciga je bolja od nikakve kacige, a dobra je bolja od bilo kakve. Dobrom se u homologacijskom smislu smatra svaka kaciga koja ima opisanu oznaku.

Kod kacige, oznaka iza broja zahtjeva (slika 6.1. zeleno slovo J za 051406/J) definira tip kacige. Tako postoje nekoliko tipova kaciga te njihove oznake:

J – kaciga ne posjeduje zaštitu donjeg dijela lica

P – kaciga posjeduje atestiranu zaštitu donjeg dijela lica

NP – kaciga posjeduje ne atestiranu zaštitu donjeg dijela lica

Ukoliko proizvođač proizvodi i kacige iz vanserijskih veličina na njih se primjenjuju posebna pravila. Naime, kacigu veličine 48/49 nije potrebno atestirati ako je isti model veličine 50 zadovoljio ispitivanja. Ista pravila vrijede i za kacige veće od broja 62 ako je sama kaciga veličine 62 zadovoljila ispitivanja.



Slika 6.3. Ušivene homologacijske oznake. Na desnoj slici oznaka 60/61 označava veličinu, dok oznaka 1525 označava težinu kacige u gramima.

Obavijest o homologaciji ili o proširenju ili odbijanju homologacije ili potpunome prestanku proizvodnje za određeni tip zaštitne kacige, bez vizora ili s jednim ili više tipova vizora, prema ovom pravilniku mora biti dostavljena stranama u Sporazumu koje primjenjuju ovaj pravilnik u obliku formulara koji je u skladu s modelom danim prema ECE pravilniku.

7. Uvjeti ispitivanja sukladnosti proizvodnje kacige

Sukladnost proizvodnje (engl. *conformity of production*) je postupak kojim se provjerava da li serijski proizvedeni proizvodi, po svojim homologacijskim karakteristikama, u potpunosti odgovara ispitanoj i odobrenom prototipu. Ukoliko proizvod zadovolji ispitivanje, prema ECE pravilniku, proizvođač se dužan izjasniti tako što na svaki proizvod istog modela postavlja oznaku CE (engl. *Conformity European*).

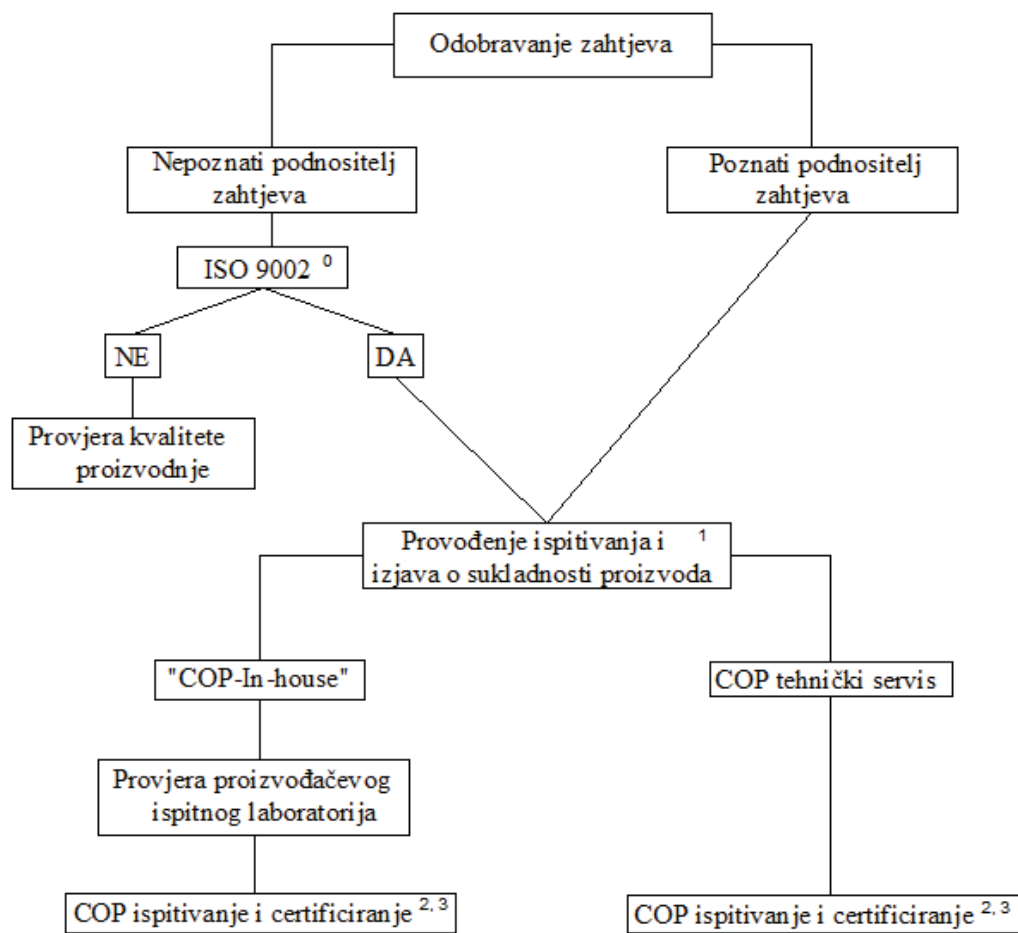
Oznaka CE preduvjet je stavljanja proizvoda na europsko tržište. Ispitivački laboratorij za kacige je dužan držati arhiviranim ispitivanja minimalno deset godina. Svaka nova kaciga prije nego što je puštena na tržište mora biti podvrgnuta različitim ispitivačkim procedurama. Tako je za pojedini model, prethodno ispitivanju, potrebno odabrati 40 kaciga najveće veličine (ukoliko se kod ispitivanja energije sudara ispituje točka S - zaštita za čeljust onda je potrebno uzeti 50 kaciga) i 10 kaciga najmanje veličine iz grupe od minimalno 200, a maksimalno 3200 kaciga koji se proizvode. Za test odvajanja kacige i dinamičke izdržljivosti vezica kacige potrebno je izdvojiti 10 kaciga. Prije nego što se izvrši test apsorpcije energije sudara potrebno je odabranih 40 odnosno 50 kaciga podijeliti u 4 odnosno 5 skupina s po 10 kaciga. Svaka skupina se testira na različitu točku sudara (B, X, R, P i S) koja je zadana prema normi. Za pravilno ispitivanje kvalitete vizora potrebno je izabrati 20 uzoraka od minimalno 200, a maksimalno 3200 vizora koji se proizvode. Odabranih 20 uzoraka treba podijeliti na dvije ispitne skupine:

Ispitna skupina A (10 uzoraka)

- prozirnost vizora
- prepoznavanje svjetlosnih signala
- vidljivost spektra boja
- raspršivanje (difuzija) svjetla
- optička svojstva i otpornost na ogrebotine

Ispitna skupina B (10 uzoraka)

- indeks loma svjetlosti
- mehanička svojstva vizora



Slika 7.1. Dijagram toka postupka provjeravanja sukladnosti proizvodnje. Napomene: ⁰ ili bilo kakav drugi oblik ispitivanje kvalitete; ¹ Provodi tehnički servis proizvođača ili nezavisni akreditirani ispitni laboratorij; ^{2,3} Ukoliko proizvođač zadovoljava ISO 9002 ispitivanje provoditi jednom godišnje, ako ne zadovoljava ispitivanje provoditi tri puta godišnje.

Kako bi se kacige i vizori proizvodili u skladu s pravilnikom potrebno je vršiti rutinske provjere proizvodnog pogona. Ukoliko pojedini modeli kaciga i vizora ne zadovolje ispitivanje sukladnosti proizvodnje potrebno je analizirati postojeći problem tako što se odredi određena serija proizvoda za dodatno ispitivanje. U slučaju da određeni broj naknadno ispitanih kaciga i vizora ne zadovolje potrebno je izvršiti potpunu kontrolu proizvodne linije. Proizvođač je obavezan sortirati svoje proizvode prema modelima odnosno prema sličnosti sastava (određene kacige razlikuju se po kvaliteti i vrsti materijala koje koriste) kako bi naknadna kontrola bila što jednostavnija i efektivnija. Svaka grupa proizvoda ne smije imati više od 3200 jedinki. Postupak odabira kaciga iz grupe proizvoda prikazan je u tablici 7.1.

Tablica 7.1. Postupak odabira kaciga za provjeru sukladnosti proizvodnje.

| Broj kaciga u grupi | Broj kaciga / veličina kacige | Ukupan broj primjeraka | Apsorpcija energije sudara | Dinamička izdržljivost vezica i zakretanje kacige | Kriteriji odobrenja | Kriteriji odbijanja | Stupanj kontrole |
|--|-------------------------------|------------------------|----------------------------|---|---------------------|---------------------|------------------|
| 0 < N < 500 | 1 st =1LS+1SS+2MS | 8 | 1LS+2MS | 1 SS * | 0 | 2 | Normalno |
| | 2 nd =1LS+1SS+2MS | | 1LS+2MS | 1 SS * | 1 | 2 | |
| 500 < N < 3200 | 1 st =2LS+1SS+2MS | 10 | 2LS+2MS | 1 SS * | 0 | 2 | Normalno |
| | 2 nd =2LS+1SS+2MS | | 2LS+2MS | 1 SS * | 1 | 2 | |
| 0 < N < 1200 | 1 st =3LS+2SS+3MS | 16 | 3LS+3MS | 2 SS * | 0 | 2 | Pojačano |
| | 2 nd =3LS+2SS+3MS | | 3LS+3MS | 2 SS * | 1 | 2 | |
| 1200 < N < 3200 | 1 st =5LS+3SS+5MS | 26 | 5LS+5MS | 3 SS * | 0 | 3 | Pojačano |
| | 2 nd =5LS+3SS+5MS | | 5LS+5MS | 3 SS * | 3 | 4 | |
| Uputa: LS = <i>largest size</i> (max. 62) – najveća veličina | | | | | | | |
| MS = <i>medium size</i> – srednja veličina | | | | | | | |
| SS = <i>smallest size</i> (min. 50) – najmanja veličina | | | | | | | |
| *- oba testa je potrebno izvršiti na istoj kacigi | | | | | | | |
| Test apsorpcije energije sudara se vrši na istoj kacigi po svim točkama sudara (B, X, P, R i S). | | | | | | | |

Normalan stupanj kontrole se provodi ako prva grupa kaciga ($0 < N < 500$) zadovolji ispitivanje bez ijednog neispravnog proizvoda. Ukoliko jedna kaciga iz prve skupine ne zadovolji ispitivanje potrebno je preći na drugu grupu ($500 < N < 3200$). U toj skupini također kriteriji odobrenja grupe je maksimalno jedna odbijena kaciga. Ako se u obje skupine pronađu dvije neispravne kacige cijela grupa ne udovoljava kriterijima. Na pojačanu metodu ispitivanja se prelazi ako pet grupa zaredom normalne kontrole ne udovolji kriteriji sukladnosti proizvodnje (znači 10 kaciga od 3200). Normalna metoda ispitivanja se ponovno prihvaća kada kacige udovolje kriterije pojačane metode pet puta zaredom. U slučaju da dvije zaredom skupine kaciga ne udovolje pojačanu kontrolu proizvodnja se mora odmah zaustaviti kako bi se utvrdio razlog problema. Ista pravila se primjenjuju za ispitivanje kvalitete vizora samo s različitim kriterijima odobrenja i odbijanja (tablica 7.2.). Proizvođač je također nužan održavati kontinuiranu provjeru svojih proizvoda vlastitim ispitnim laboratorijem.

Tablica 7.2. Postupak odabira vizora za provjeru sukladnosti proizvodnje.

| Broj vizora u grupi | Broj uzoraka | Broj uzoraka (ukupno) | Grupa A | Grupa B | Kriteriji odobrenja | Kriteriji odbijanja | Stupanj kontrole |
|---------------------|--|-----------------------|----------|---------|---------------------|---------------------|------------------|
| $0 < N < 500$ | 1 st =4 2 nd =4 | 8 | 3 3 | 1 1 | 0 1 | 2 2 | Normalno |
| $500 < N < 3200$ | 1 st =5 2 nd =5 | 10 | 4 4 | 1 1 | 0 1 | 2 2 | Normalno |
| $0 < N < 1200$ | 1 st =8 2 nd =8 | 16 | 6 6 | 2 2 | 0 1 | 2 2 | Pojačano |
| $1200 < N < 3200$ | 1 st =13 2 nd =13 | 26 | 10 10 | 3 3 | 0 3 | 3 4 | Pojačano |

Svaka kaciga koja je na tržištu mora dolaziti s prospektom informacija o načinu održavanja ili posebnim napomenama koje se tiču dotičnog modela. Primjerice da li kaciga ima atestirani zaštitni dio čeljusti, specificirana masa kacige ili da li je vizor atestiran za noćnu vožnju. Također neka od upozorenja koja su izuzetne važnosti, sa sigurnosnog aspekta, moraju biti označena i na samoj kacigi odnosno vizoru. Preporučljivo je da upute budu na jeziku gdje se kaciga prodaje odnosno upotrebljava. Ukoliko to nije moguće sve informacije moraju biti napisane na engleskom jeziku.

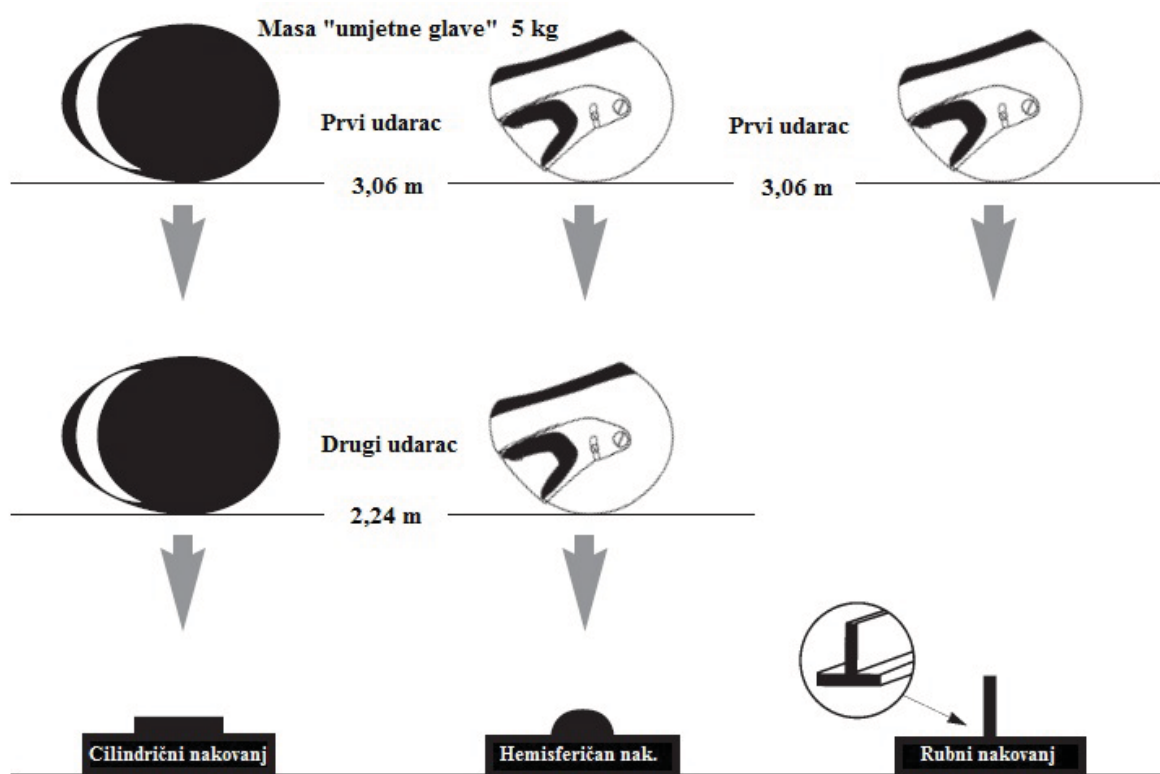
U svijetu postoji nekoliko nezavisnih, od strane ECE-a ovlaštenih, akreditiranih laboratorija (engl. *Technical services*) koji su zaduženi za provođenje ispitivanja kaciga i vizora. Nezavisni su u tom smislu što nisu u vlasništvu proizvođača opreme. Proizvođač opreme također ima pravo na samostalno testiranje i certificiranje svojih proizvoda, no takav laboratorij mora biti akreditiran od državne ustanove i podložen godišnjim pregledima kako bi zadržao ovlaštenje.

Tablica 7.3. Popis nezavisnih akreditiranih laboratorija za ispitivanje kacige prema pravilniku ECE-R22.05.

| Naziv (URL) | Sjedište |
|---|--|
| TÜV Rheinland (http://www.tuv.com) | Koln, Njemačka |
| INRETS (http://www.inrets.fr) | Bron, Francuska |
| CSI-Certificazione e testing (http://www.csi-spa.com) | Bollate, Italija |
| Aldo Descrovi Engineering | Bergamo, Italija |
| Politecnico di Milano (http://www.polimi.it/) | Milano, Italija |
| ANCMA-AGV (http://www.ancma.it) | Valenza, Italija |
| TRL Academy (http://www.trl.co.uk) | Berkshire, Velika Britanija (dodatna sjedišta u Francuskoj, Poljskoj i Švedskoj) |
| BSI Group (http://www.bsigroup.com) | London, Velika Britanija |
| EMPA (http://www.empa.ch) | St. Gallen, Švicarska |
| Autokut (www.autokut.hu) | Budimpešta, Mađarska |
| ATS Lab - Applied Technical Services (http://www.atslab.com) | Arlington, Sjedinjene Američke Države |

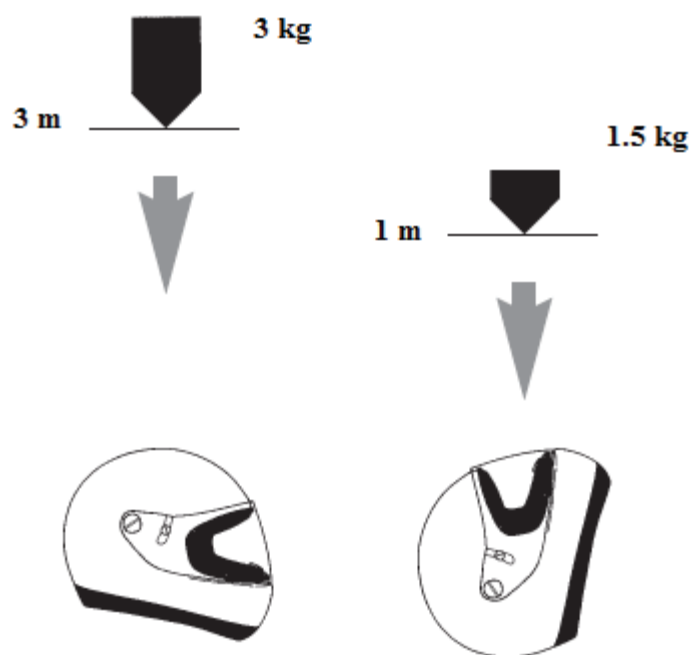
8. Razlike ECE-R22 i Snell metode ispitivanja

Snell metoda, pretežito korištena u Sjedinjenim Američkim Državama, je kod ispitivanja apsorpcije energije sudara mnogo rigoroznija nego ECE pravilnik. Snell je zapravo sinonim za nezavisnu američku udrugu koja je dobila ime po pokojnom vozaču Pete Snellu koji je 1956. godine preminuo na automobilističkoj utrci zbog teške kontuzije glave upravo zbog nedovoljno sigurne kacige. Kod ispitivanja apsorpcije sudara Snell je postrožen tako što se kaciga dva puta slobodno pušta, s različitih visina, slobodnim padom na nakovanj. Također se i kod vrste nakovnja djelomično razlikuje metoda. Dok ECE norma koristi konusni i cilindrični nakovanj Snell (slika 8.1.) metoda propisuje uporabu cilindričnog, rubnog i hemisferičnog nakovnja (simulira udarac kacige o rub pločnika).



Slika 8.1. Ispitivanje apsorpcije energije sudara prema Snell-u.

Ispitivanje vizora prema ECE pravilniku, koje se vrši sa stožastim utegom, se također primjenjuje kod Snell metode na vizor i kacigu (slika 8.2.). Utteg mase 3 kg se pušta slobodnim padom s 3 metra visine te ne smije penetrirati unutarnju oblogu kacige. Za ispitivanje vizora se koristi utteg mase 1.5 kg te slobodnim padom s visine od 1 m okomito udara o vizor. Također se prema Snell-u ispituje vizor na abraziju, tako što se s udaljenosti od 4 m ispaljuje posebno abrazivno zrno koje ne smije penetrirati vizor.



Slika 8.2. Ispitivanje apsorpcije energije sudara kacige i penetracije vizora prema Snell-u.

9. Pregled ponude proizvođača opreme za ispitivanje kaciga prema ECE-R22 pravilniku

S ciljem procjene troškova uspostave laboratorija u kojem bi se mogle barem djelomično ispitivati kacige, od četiri proizvođača opreme za ispitivanje kaciga zatražene su ponude.

Nakon četiri dobivene ponude, razložene u tablici 9.1., potrebno je odrediti najpovoljniju i najkvalitetniju ponudu. Ponude se odnose na minimalan potreban set uređaja za ispitivanje kaciga. Detalji ponude pojedinog proizvođača objašnjeni su u nastavku poglavlja. Sve cijene navedene u tekstu su bez dostave. Proizvođač *Biokinetics* odstupa cijenom od ostalih proizvođača stoga što dotična tvrtka, u osnovi svoje djelatnosti i ponude, se bavi proizvodnjom uređaja za ispitivanje prema američkim standardima (DOT, CSA, ASTM, CPSC i ANSI). S obzirom da se mogu prilagođavati potrebama kupca, njihova preinaka uređaja prema ECE normi poskupljuje cijenu ponude što je u ovom slučaju stavlja na začelje s aspekta rentabilnosti opreme.

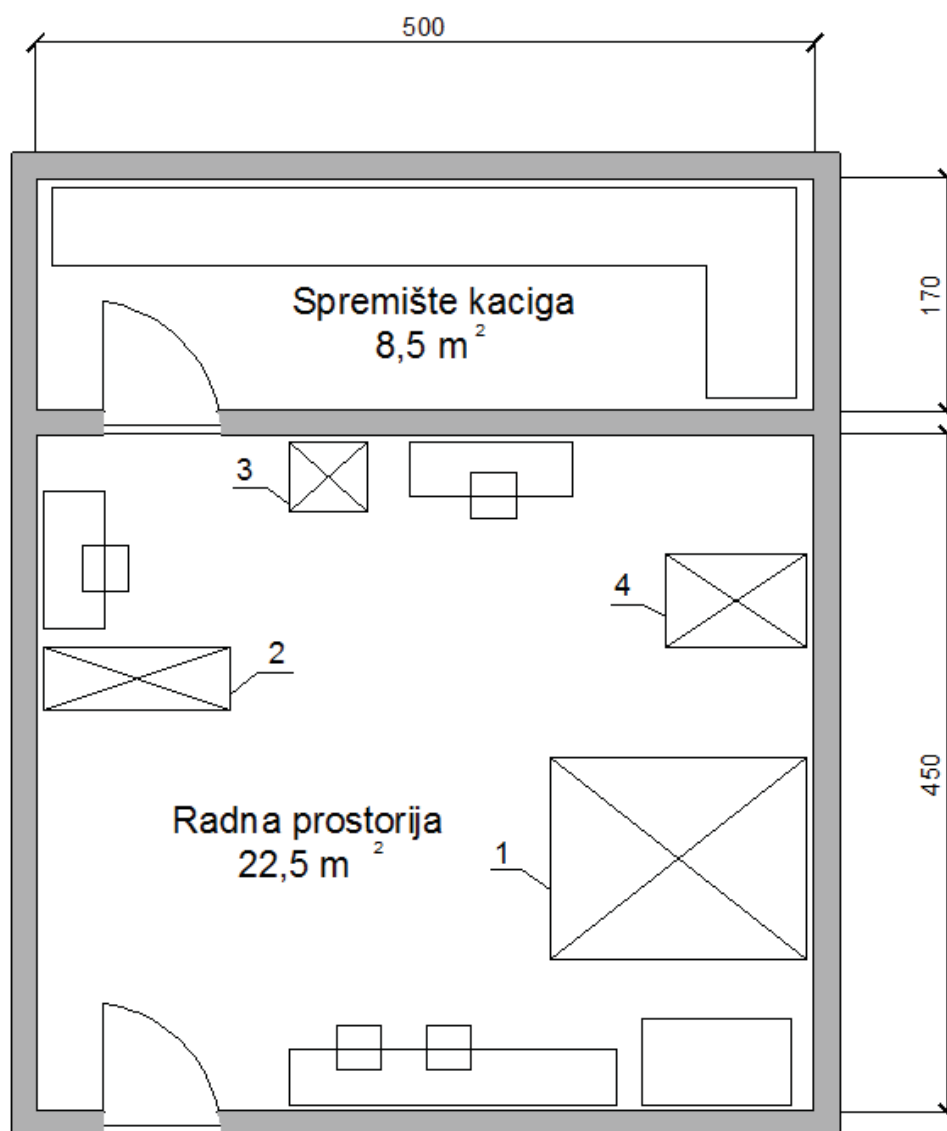
Ono što je zajedničko za sve četiri ponude je to što je lista tih uređaja nepotpuna za ovlašteno provođenje ispitivanja kaciga prema ECE-R22 pravilniku. Odabrani su samo osnovni uređaji (minimalni potreban set), stoga ukoliko se želi pristupiti službenom akreditiranom ispitivanju potrebno je nabaviti dodatne uređaje u skladu s pravilnikom ECE-R22.05 (komore za izlaganje kacige promjenjivim okolišnim uvjetima, uređaji za ispitivanje fotometrijskih svojstava, abrazije itd). Pod minimalnim setom se smatra ispitivanje osnovnih kvaliteta kaciga poput ispitivanja apsorpcije energije sudara, dinamičke izdržljivosti vezica i zakretanja kacige. Prvenstvena funkcija kacige je zaštita od penetracije raznih objekata te njeno sigurno držanje na glavi prilikom uporabe. Također s razlogom kako, u Republici Hrvatskoj, trenutno nema odgovarajuće ustanove za bilo kakvo službeno ispitivanje kacige nužno je uspostaviti nekakve minimalne zahtjeve za način ispitivanja.

Od navedenih tvrtki samo *Cadex INC* i *Biokinetics* posjeduju sve uređaje potrebne za potpuno ispitivanje prema svim točkama pravilnika.

Tablica 9.1. Pregled ponude proizvođača (šrafura označava nepostojanje uređaja u ponudi).

| PROIZVOĐAČ | <i>Chun Yen testing machines</i> | <i>Prolific engineers</i> | <i>Cadex INC</i> | <i>Biokinetics</i> |
|--|--------------------------------------|---|--|--|
| Uređaj za ispitivanje sudara | 80 000 \$ | 17 500 \$ | 47 000 \$ | 107 810 \$ |
| Uređaj za ispitivanje dinamičke izdržljivosti sustava vezanja kacige | 20 000 \$ | 2500 \$ | 10 500 \$ | 12 500 \$ |
| Uređaj za ispitivanje zakretanja kacige | 20 000 \$ | | 6200 \$ | 11 500 \$ |
| Uređaj za ispitivanje vidnog polja kacige | | 900 \$ | 1210 \$ | 1300 \$ |
| Uređaj za ispitivanje krutosti kacige | | 1350 \$ | 8950 \$ (jednostupna) | 36 500 \$ |
| „Umjetne glave“ | | 2200 \$/komad (metalne) 1400 \$/komad (drvene) | 12 490 \$/sve veličine (metalne) 5370 \$/sve veličine (poliuretanske) | 13 000 \$/sve veličine (metalne) 4700 \$/sve veličine (poliuretanske) |
| Ukupno | 120 000 \$ | 25 850 \$ | 91 720 \$ | 187 310 \$ |

Preporučljiva je ponuda tvrtke *Cadex* koja je specijalizirana za proizvodnju uređaja prema ECE pravilniku. Naime osim što su pružili detaljnu dokumentaciju uređaja nude i besplatnu obuku rada na svojim uređajima te petogodišnju garanciju na sve dijelove. Uz blage preinake njihovih uređaja (nakovnji i utezi) moguće je proširenje ponude testiranja kaciga. Sa zadanim preinakama moguće je testirati biciklističke te građevinske kacige prema zadanim pravilnicima.

Analiza potrebe prostora laboratorija za ispitivanje kaciga s minimalnim setom uređaja

Slika 9.1. Tlocrt laboratorija i minimalan potreban prostor za smještaj minimalnog seta uređaja za ispitivanje kaciga, prema ECE-R22.05 pravilniku.

Tablica 9.2. Gabaritne dimenzije minimalnog seta uređaja za ispitivanje kaciga (slika 9.1.)

| Uređaj | | Dimenzije (dužina x širina) |
|--------|--|-----------------------------|
| 1 | Uređaj za ispitivanje apsorpcije energije sudara kacige | 170 x 130 cm |
| 2 | Uređaj za ispitivanje zakretanja kacige | 120 x 40 cm |
| 3 | Uređaj za ispitivanje krutosti kacige | 60 x 50 cm |
| 4 | Uređaj za ispitivanje dinamičkih svojstava vezica kacige | 90 x 60 cm |

9.1. *Chun Yen Testing Machines Co. Ltd.*


Tvrtka je profesionalni proizvođač ispitnih uređaja iz Tajlanda. Svoje uređaje mogu u potpunosti prilagođavati kupcu. Garancija na njihove uređaje je 2 godine.

Uređaj za ispitivanje apsorpcije energije sudara

Šifra uređaja: CY-6680

Cijena uređaja: 80 000 \$

Opis i oprema uređaja:

- digitalni pokazivač visine podizanja kacige
 - visina tornja s vodilicama je 3500 mm
 - akcelerometri s mogućnošću mjerenja do 1000 g
 - kaciga se može postavljati u pet različitih pozicija (čeon, tjem, stražnji, lijevi i desni dio kacige)
 - automatsko podizanje ispitnog uzorka na zadanu visinu
 - dolazi bez „umjetnih glava“
 - automatski izračun sile sudara uz grafičko i analitičko objašnjenje prikazano na računalu
 - nakovnji (sferični i cilindrični gumeni; hemisferični, cilindrični te konusni čelični)
- 
- procesna jedinica (30 kHz učestalost skupljanja podataka): konvertor, senzor i dekodir. Računalo: Intel Pentium 2.5 GHz E5200, čvrsti disk Hitachi 320 GB, napajanje s promjenjivim naponom 115V/220V ovisno o standardu, operativni sustav Windows XP SP2, 17" monitor te printer HP-D2560.

Slika 9.2. Uređaj za ispitivanje apsorpcije energije sudara (*Chun Yen*).

Uređaj za ispitivanje dinamičke izdržljivosti sustava vezanja kacige

Šifra uređaja: CY-6681

Cijena uređaja: 20 000 \$

Opis i oprema uređaja:

- dolazi bez „umjetnih glava“
- utezi mase 3, 4 i 10 kg
- prilagodljiv za sve visine, slobodnog pada utega, do 800 mm
- uređaj za mjerenje pomaka kacige od „umjetne glave“ mjeri do 100 mm (digitalni prikaz rezultata)
- elektromagnetski zadržaci utega
- mogućnost spajanja s osobnim računalom za prijenos podataka
- pripadajuća programska podrška za interpretaciju rezultata ispitivanja



Slika 9.3. Uređaj za ispitivanje dinamičke izdržljivosti sustava vezanja kacige (*Chun Yen*).

Uređaj za ispitivanje zakretanja kacige

Šifra uređaja: CY-6682

Cijena uređaja: 20 000 \$

Opis i oprema uređaja:

- dolazi bez „umjetnih glava“
- jedan uteg mase 10 kg
- visina slobodnog pada utega 175 mm
- dodatna pneumatska kontrola potezne sile kacige za postizanje većih vrijednosti



Slika 9.4. Uređaj za ispitivanje odvajanja kacige (*Chun Yen*).

- kutomjer za mjerenje zakreta kacige od „umjetne glave“
- elektronički ispis rezultata
- mogućnost spajanja s osobnim računalom za prijenos podataka
- pripadajuća programska podrška za interpretaciju rezultata ispitivanja

9.2. *Prolific engineers*

Proizvođač *Prolific engineers* ispitnih uređaja sa sjedištem u Indiji. Garancija na uređaje koje nude je 1 godina. Cijene uređaja ne uključuju transport od Indije. Plaćanje se vrši 50 % avansno te ostatak prilikom isporuke uređaja.

Uređaj za ispitivanje apsorpcije energije sudara

Cijena uređaja: 17 500 \$

Opis i oprema uređaja:

- dolazi bez „umjetnih glava“
- dimenzije uređaja 900 mm x 600 mm x 4000 mm
- vrste nakovnja (cilindričan promjera 130 mm i hemisferičan radijusa 50 mm)
- visina pada između 1500 mm i 3000 mm
- tri akcelerometra postavljena u međusobno okomitim smjerovima (mjere do 2000 g)
- procesna jedinica s učestalošću skupljanja podataka od 10 kHz
- grafički prikaz rezultata. Računalo nije u cijeni uređaja no može se zajedno s „umjetnim glavama“ naručiti kao dodatna oprema.

Uređaj za ispitivanje dinamičke izdržljivosti sustava vezanja kacige i zakretanja kacige

Uređaj je koncipiran tako da se s njim mogu izvoditi dva različita testa (dinamička izdržljivost vezica i test zakretanja kacige), koja se propisuju ECE-R22.05 pravilnikom.

Cijena uređaja: 2500 \$

Opis i oprema uređaja:

- dolazi bez „umjetnih glava“
- uteg mase 10 kg dok je visina njegovo ispuštanja između 500 mm i 750 mm (ovisno o vrsti testa)

- masa vodicica i nakovnja, koji određuju predopterećenje sustava, je maksimalno 15 kg za uređaj ispitivanja dinamičke izdržljivosti vezica kacige (s „umjetnom glavom“) te maksimalno 3 kg za test odvajanja kacige
- analogni pokazivač (skala do 100 mm) vertikalnog pomaka kacige od „umjetne glave“
- kutomjer za mjerenja horizontalnog otklona za ispitivanje odvajanja kacige

Uređaj za mjerenje vidnog polja kacige

Cijena uređaja: 900 \$

Opis i oprema uređaja:

- uređaj na sebi ima pomičnu skalu koja mjeri vertikalno i horizontalno vidno polje
- stalak dolazi bez „umjetne glave“
- kutomjer za mjerenje kuta otvaranja vizora u odnosu na horizontalu ($>5^\circ$)

Uređaj za ispitivanje krutosti kacige

Cijena uređaja: 1350 \$

Ispitivanje se provodi bez „umjetne glave“.

Opis i oprema uređaja:

- dvije čelične ploče koja se drže razmaknutima s fiksatorima (šipkama). Uređaj se postavlja tako da pomična ploča stoji vertikalno iznad nepomične te se utezima opterećuje.
- set utega od 1 x 3.06 kg (30 N početno opterećenje) i 6 x 10.2 kg (630 N maksimalno opterećenje)
- skala za mjerenje otklona dviju paralelnih ploča

„Umjetne glave“

Cijena metalne glave: 2200 \$ / komad

Cijena drvene glave: 1400 \$ / komad

Metalne „umjetne glave“ se koriste kod ispitivanja apsorpcije energije sudara dok se drvene mogu koristiti za ostala ispitivanja.

9.3. *Cadex INC*

Tvrtka *Cadex INC* ima sjedište u Quebecu, Kanada.

Dostava nije uključena u cijenu uređaja.

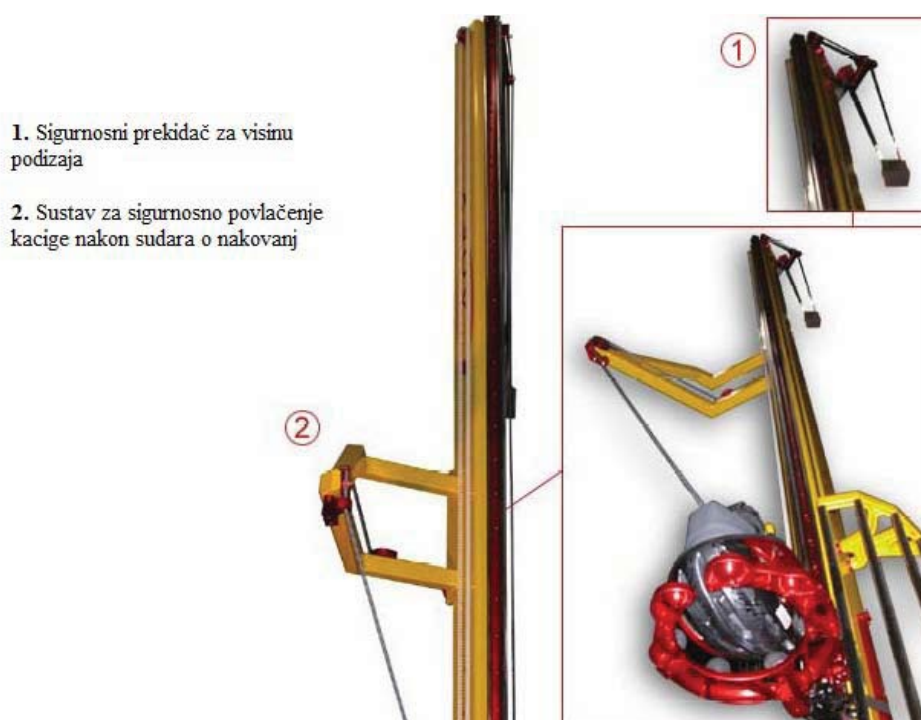
Način plaćanja: 30% avansno, 60% nakon dostave te 10% nakon montaže i obuke.

Uređaj za ispitivanje apsorpcije energije sudara

Cijena uređaja: 47 000 \$

Opis i oprema uređaja:

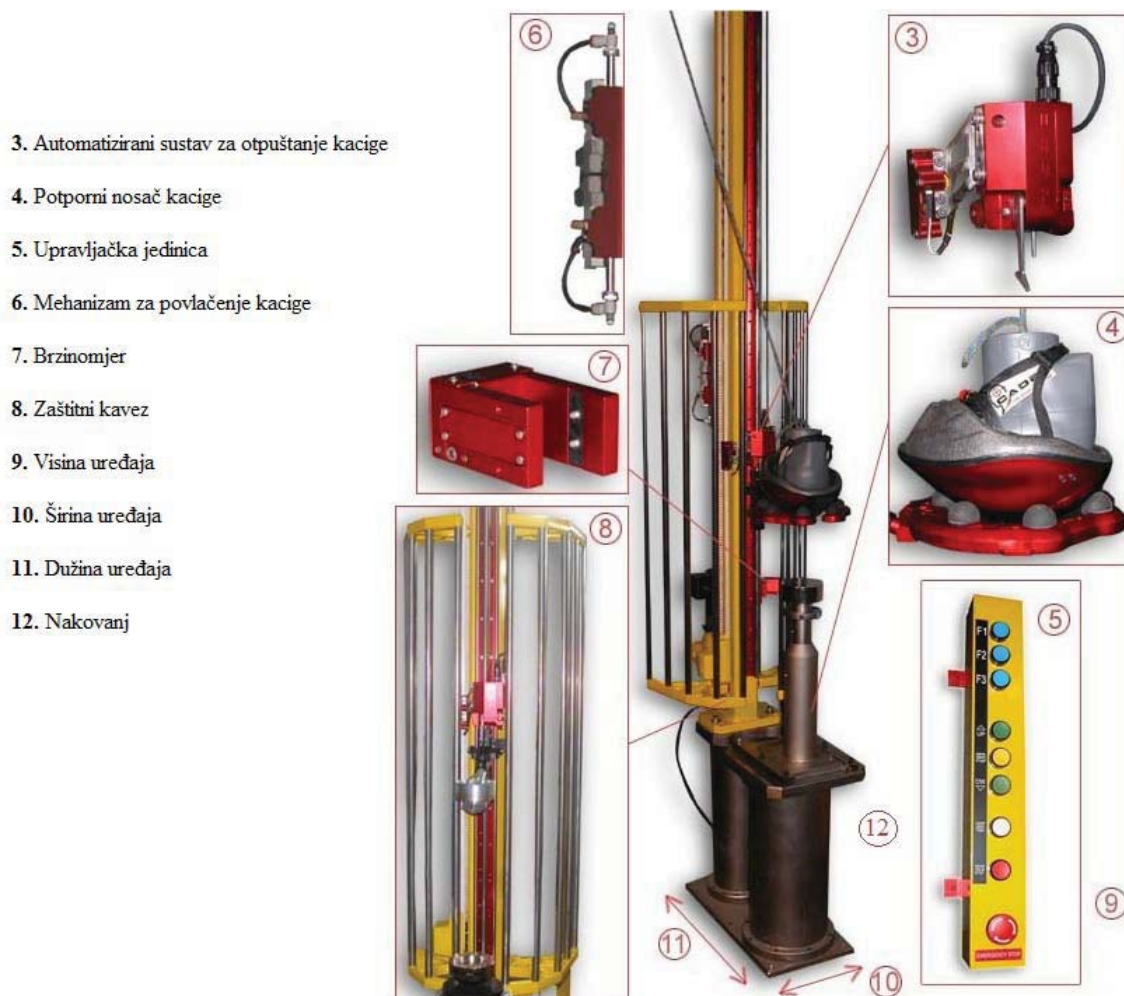
- potpuno automatizirani i motorizirani sustav s daljinskim upravljanjem
- digitalni pokazivač visine, brzinomjer, akcelerometar (mogućnost mjerenja do 500 g)
- lako izmjenjivi nakovnji
- gabaritne dimenzije uređaja: visina 5260 mm, širina 1310 mm, dužina 1650 mm



Slika 9.5. Uređaj za ispitivanje apsorpcije energije sudara - gornji dio (*Cadex*).

- prekidač za naglo zaustavljanje uređaja, zaštitni kavez te sigurnosno užice i specijalni nosač za povlačenje kacige kako ne bi došlo do sekundarnog udara kacige o nakovanj

- računalo na osnovi procesora Pentium 4 s instaliranim korisničkim programima potrebnim za provedbu ispitivanja (uključujući operativni sustav Windows XP)
- nakovnji različitih dimenzija (cilindrični, hemisferični i konusni)



Slika 9.6. Uređaj za ispitivanje apsorpcije energije sudara - donji dio (Cadex).



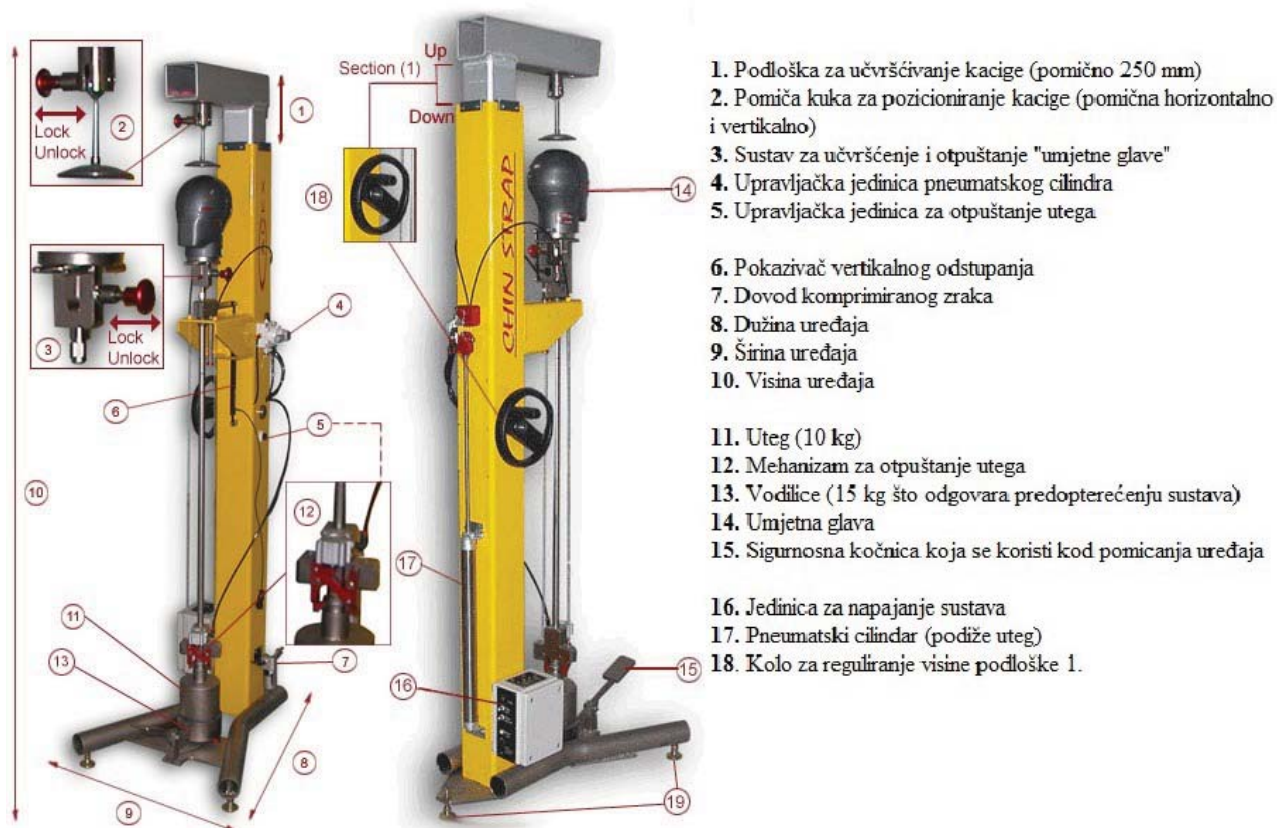
Slika 9.7. Vrste nakovnja (Cadex).

Uređaj za ispitivanje dinamičke izdržljivosti sustava vezanja kacige

Cijena uređaja: 10 500 \$

Opis i oprema uređaja:

- dolazi bez „umjetne glave“
- pneumatsko podizanje i spuštanje utega (potrebno je imati kompresor za pogon cilindra)
- digitalni pokazivač vertikalnog otklona kacige i „umjetne glave“
- mogućnost spajanja na računalo s transferom podataka u digitalni oblik
- gabaritne dimenzije: visina 2108 mm, širina 584 mm, dužina 838 mm; masa 160 kg
- napajanje 115V/60Hz i 220V/50Hz



Slika 9.8. Uređaj za ispitivanje dinamičke izdržljivosti sustava vezanja kacige (Cadex).

Uređaj za mjerenje vidnog polja kacige

Cijena uređaja: 1210 \$

Opis i oprema uređaja:

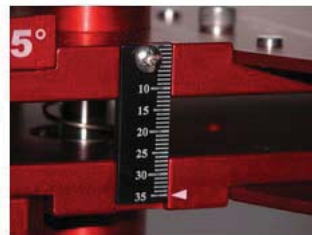
- uređaj na sebi ima pomičnu skalu koja mjeri vertikalno i horizontalno vidno polje
- stalak dolazi bez „umjetne glave“
- kutomjer za mjerenje kuta otvaranja vizora u odnosu na horizontalu ($>5^\circ$)



Mjerenje
horizontalnog
vidnog polja



Mjerenje
vertikalnog
vidnog polja



Skala s kojom se mjeri
otklon referentne od
osnovne ravnine
(kaciga i "umjetna
glava")

Slika 9.9. Uređaj za mjerenje vidnog polja (*Cadex*).

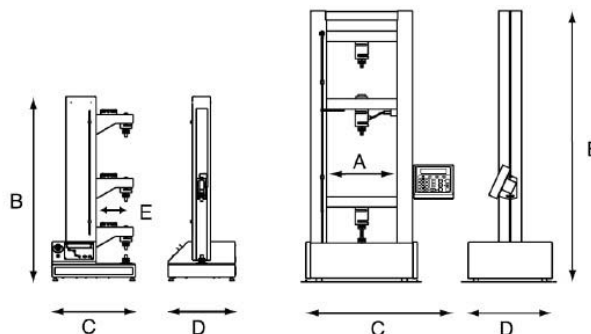
Uređaj za ispitivanje krutosti kacige

Cijena uređaja: 8950 \$ (jednostupna)

Ispitivanje se provodi bez „umjetne glave“.

Opis i oprema uređaja:

- potpuno automatizirani sustav s daljinskim upravljanjem
- mogućnost pritiska ploče do 1000 N s rezolucijom očitavanja podataka u razmaku 0.0001 N
- programska podrška za analizu ispitivanja s mogućnošću spajanja na računalo i transferom podataka u digitalni oblik
- moguće ispitivanje i drugih vrsta kaciga prema različitim normama (vojne, biciklističke, građevinske, EN 397 norma...)



| | Jednostupna | Dvostupna |
|-----------|-------------|-----------|
| Kapacitet | 1 kN | 5 kN |
| A | - | 404 (mm) |
| B | 1173 (mm) | 1555 (mm) |
| C | 500 (mm) | 820 (mm) |
| D | 400 (mm) | 480 (mm) |
| E | 179 (mm) | - |

Slika 9.10. Uređaj za ispitivanje krutosti kacige (Cadex).

Uređaj za ispitivanje zakretanja kacige

Cijena uređaja: 6200 \$

Opis i oprema uređaja:

- dolazi bez „umjetnih glava“
- jedan uteg mase 10 kg
- efektivna visina vodilice 500 mm
- ručno upravljaj
- zadovoljava ispitivanje kaciga prema normama: EN 1077 (engl. *Helmets for alpine skiers and snowboarders*) i EN 1078 (engl. *Helmets for pedal cyclists and for users of skateboards and roller skates*). U Hrvatskoj, trenutno kao nečlanici Europske unije, nisu ozakonjene dotične norme.



Slika 9.11. Uređaj za ispitivanje odvajanja kacige (Cadex).

„Umjetne glave“

Cijena seta magnezijских glava (EN960, veličine A,E,J,M,O): 12 490 \$

Cijena seta poliuretanskih glava (EN960, veličine A,E,J,M,O): 5370 \$



Donji dio "umjetne glave" s pripremljenim provrtom gdje se smješta akcelerometar

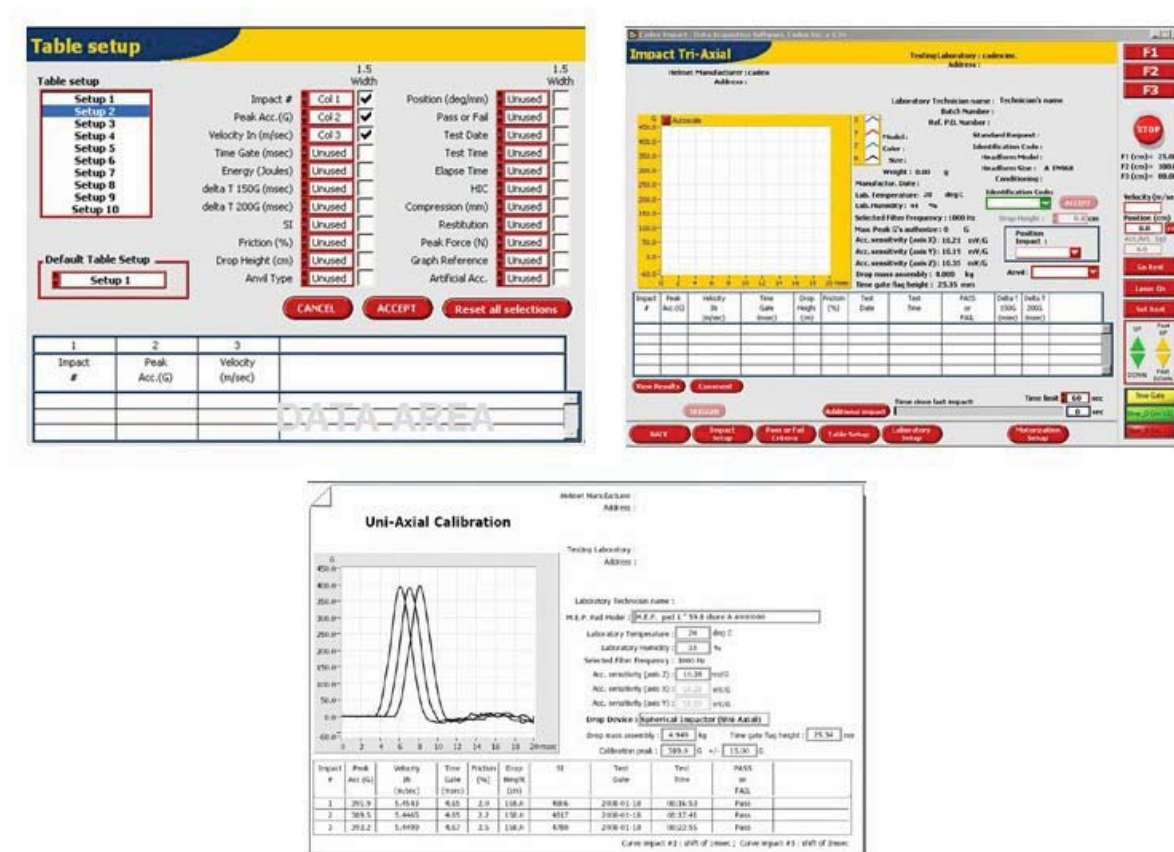


Ugravirane linije, na "umjetnoj glavi" koje označavaju referentnu, osnovnu, transversalnu i longitudinalnu ravninu

Slika 9.12. "Umjetna glave" (Cadex).

Programska podrška za uređaje tvrtke *Cadex INC*

Potrebni programi, proizvođača *Cadex INC*, dolaze besplatno uz kupljeni uređaj te se na njih ne plaća godišnja licenca. Uz ECE-R22.05, programska podrška sadrži bazu podataka, odnosno dozvoljene vrijednosti dotičnog ispitivanja, drugih različitih normi. Te uz vrlo intuitivno grafičko sučelje pojednostavljuje uporabu uređaja (slika 9.13.).



Slika 9.13. Grafičko sučelje programa za očitavanje rezultata ispitivanja (*Cadex*).

10. Zaključak

Ovaj rad se bavi proučavanjem i detaljnom razradom metoda ispitivanja kaciga i vizora prema pravilniku ECE 22.05. To je jedan od 123 pravilnika koji čine sustav homologacije cestovnih motornih vozila i njihove opreme. Kacige kao zaštitni element u vožnji podliježu raznim strogim ispitivanjima poput apsorpcije energije sudara i ispitivanje kvaliteta sustava vezanja. Većina proizvođača preporučuje promjenu kacige barem jednom u pet godina ali ako je pretrpjela jaki udarac ili je bila korištena u prometnoj nezgodi istu treba zamijeniti odmah.

Danas se na tržištu Republike Hrvatske nalaze brojni modeli kaciga od kojih neki ne udovoljavaju minimalnim tehničkim zahtjevima koji se postavljaju na suvremene kacige. Takve kacige pružaju više štete nego koriste. Također s razlogom kako, u Republici Hrvatskoj, trenutno nema odgovarajuće ustanove za bilo kakvo službeno ispitivanje kacige nužno je uspostaviti nekakve minimalne zahtjeve na način ispitivanja. Stoga je u ovom radu i definiran minimalan potreban set uređaja za ispitivanje kaciga i vizora koji bi ustvrdio točno stanje nehomologiranih kaciga na tržištu. Razrađene ponude, za minimalni set uređaja, različitih proizvođača razložene su u prijašnjem poglavlju, no preporučljiva ponuda je ona kanadske tvrtke *Cadex INC*, gdje je potrebno izdvojiti 91 720 \$ (protuvrijednost u kunama 486 000 kn). Na tu cijenu treba još dodati troškove izrade prostorije, odnosno laboratorija i ostale popratne opreme potrebne za ispitivanje s minimalnim setom.

Kako se ispitivanje kaciga i vizora provodi samo u ovlaštenim laboratorijima, a za što je potrebna akreditacija u ovom radu su ispitane sve potrebne predradnje potrebne za pokretanje postupka akreditacije u kojem bi se izvodilo ispitivanje prema pravilniku ECE 22.05. Također detaljno su razrađeni svi uvjeti provjere sukladnosti proizvodnje kaciga i vizora (*conformity of production*).

11. Literatura

1. United Nations Economic Commission for Europe – Addendum 21: Regulation No. 22: „Uniform provisions concerning the approval of protective helmets and their visors for drivers and passengers of motor cycles and mopeds“; 24.10.2002.

URL:

<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29regs/r022r4e.pdf>

2. World Forum for Harmonization of Vehicle Regulations (WP. 29); UN New York and Geneva 2002.

URL:

<http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29pub/wp29pub2002e.pdf>

3. Snell zaklada i ispitivanja: <http://www.smf.org/>
4. Tvrtka *Chun Yen*: <http://www.chunyen.com.tw/>
5. Tvrtka *Cadex INC*: <http://cadexinc.com/>
6. Tvrtka *Prolific engineers*: <http://www.prolific-test-equipment.com/>
7. Tvrtka *Biokintecis*: <http://www.biokinetics.com/>

PRILOG

Izgled službenih hrvatskih ispitnih izjava, za homologaciju kaciga i vizora, u skladu s ECE R-22.05 pravilnikom.

IZJAVA

(Najveći format: A4 (210 x 297 mm))

Izdana od (naziv mjerodavne ustanove)



.....
.....
.....

koja se odnosi na:

IZDANU HOMOLOGACIJU

PROŠIRENU HOMOLOGACIJU

ODBIJENU HOMOLOGACIJU

POVUČENA HOMOLOGACIJA

POTPUNA OBUSTAVA PROIZVODNJE

tipa zaštitne kacige bez /s² jednim/više² tipova vizora prema Pravilniku br. 22.

Homologacija br.....Proširenje broj.....

1. Zaštitni znak.....
2. Tip.....
3. Veličina.....
4. Naziv proizvođača.....
5. Adresa.....
6. Ako je potrebno, ime predstavnika proizvođača.....
7. Adresa.....
8. Kratak opis kacige.....
9. Tip vizora.....
10. Kratki opis vizora.....
11. Dostavljeno na homologaciju dana.....
12. Tehnička ustanova odgovorna za provedbu homologacijskih ispitivanja.....
.....
13. Datum izvještaja o ispitivanju koji je zadala ta ustanova.....
14. Broj izvještaja o ispitivanju koji je zadala ta ustanova.....
15. Bilješke.....
16. Homologacija izdana/proširena/odbijena/povučena².....
17. Mjesto.....
18. Datum.....
19. Potpis.....
20. Sljedeći dokumenti koji nose gornji homologacijski broj dostupni su na zahtjev.....
.....

¹ Razlikovni broj zemlje koja je izdala / proširila / odbila / povukla homologaciju (vidi odredbe o homologaciji u ovome pravilniku.

² Prekrižite što se ne primjenjuje

IZJAVA

(Najveći format: A4 (210 x 297 mm))

Izdana od (naziv mjerodavne ustanove)



.....
.....
.....

koja se odnosi na:

IZDANU HOMOLOGACIJU

PROŠIRENU HOMOLOGACIJU

ODBIJENU HOMOLOGACIJU

POVUČENA HOMOLOGACIJA

POTPUNA OBUSTAVA PROIZVODNJE

tipa vizora za kacigu prema Pravilniku br. 22.

Homologacija br.....Proširenje broj.....

1. Zaštitni znak.....
2. Tip.....
3. Naziv proizvođača.....
4. Adresa.....
5. Ako je potrebno, ime predstavnika proizvođača.....
6. Adresa.....
7. Kratak opis vizora.....
8. Tipovi kacige na koje se vizor može ugraditi.....
9. Dostavljeno na homologaciju dana.....
10. Tehnička ustanova odgovorna za provedbu homologacijskih ispitivanja.....
.....
11. Datum izvještaja o ispitivanju koji je zadala ta ustanova.....
12. Broj izvještaja o ispitivanju koji je zadala ta ustanova.....
13. Bilješke.....
14. Homologacija izdana/proširena/odbijena/povučena².....
15. Mjesto.....
16. Datum.....
17. Potpis.....
18. Sljedeći dokumenti koji nose gornji homologacijski broj dostupni su na zahtjev.....
.....

¹ Razlikovni broj zemlje koja je izdala / proširila / odbila / povukla homologaciju (vidi odredbe o homologaciji u ovome pravilniku.

² Prekrižite što se ne primjenjuje